



Máster Universitario en Profesorado de Educación
Secundaria Obrigatoria e Bacharelato, Formación
Profesional e Ensinos de Linguas. Especialidade
Ciencias Experimentais (Campus Lugo)

MEMORIA DO TRABALLO DE FIN DE MÁSTER

**Análise dos desempeños de
estudantes de educación secundaria
na avaliación e deseño de
investigacións científicas**

Curso Académico 2016-2017

Autor: David Pérez Vidal

Titora: Beatriz Crujeiras Pérez

**Análise dos desempeños de estudantes de
educación secundaria na avaliación e deseño
de investigacións científicas**

**Análisis de los desempeños de estudiantes de
educación secundaria en la evaluación y el
diseño de investigaciones científicas**

**Analysis of secondary students' performances
in evaluating and designing
scientific investigations**

Lugo, 21 de xuño de 2017

Autor

A handwritten signature in blue ink, reading "David Pérez", with a large, sweeping flourish at the end.

Fdo: David Pérez Vidal

Índice

Resumo.....	1
Resumen.....	1
Abstract.....	2
1. Introducción e xustificación.....	3
2. Marco teórico.....	5
2.1. Cara unha ensinanza por competencia.....	5
2.2. Definición de competencia e competencias clave.....	6
2.3. A competencia científica.....	7
2.4. Competencia en avaliar e deseñar investigacións científicas.....	11
2.5. Desenvolvemento da competencia en avaliar e deseñar investigacións científicas na aula de educación secundaria.....	13
3. Metodoloxía.....	16
3.1. Participantes e contexto.....	16
3.2. Deseño da investigación.....	17
3.2.1. Actividade 1 - Deseños de investigación.....	17
3.2.2. Actividade 2 - Avaliación de deseños de investigación.....	18
3.3. Modelos de referencia para a análise das actividades.....	19
3.3.1. Actividade 1 - Deseños de investigación.....	20
3.3.2. Actividade 2 - Avaliación de deseños de investigación.....	21
3.4. Ferramentas de toma de datos.....	22
3.5. Ferramentas de análise dos datos.....	22
3.5.1. Análise dos deseños de investigación sen guión de axuda.....	22
3.5.2. Análise dos deseños de investigación con guión de axuda.....	23
3.5.3. Análise das avaliacións da investigación.....	25
4. Resultados.....	26
4.1. Análise dos desempeños relativos ao deseño de investigacións.....	26
4.1.1. Deseños do alumnado sen apoio.....	26
4.1.2. Deseños do alumnado facendo uso da guía de apoio.....	31
4.2. Análise dos desempeños do alumnado relativos á avaliación de investigacións.....	39
5. Conclusións e implicacións educativas.....	45
6. Referencias bibliográficas.....	47
Anexos.....	51
Anexo I. Resultados acadados en España na avaliación PISA 2015.....	51
Anexo II. Actividades propostas nesta investigación.....	53
Anexo III. Resultados de cada alumno nas investigacións realizadas.....	58

Resumo

Este traballo pretende examinar e comparar os desempeños de estudantes de distintos cursos no deseño e avaliación de investigacións, así como analizar a utilidade dos apoios educativos na planificación de investigacións. Os participantes son 61 alumnos e alumnas, procedentes de tres cursos distintos (2º, 3º e 4º de ESO), que cursan a materia de Física e Química nun IES do centro de Lugo e que participan na resolución de tres actividades escritas durante dúas sesións de 50 minutos cada unha. O estudo céntrase na análise das producións escritas dos participantes nas diferentes actividades propostas. Para a análise dos datos elabóranse rúbricas establecidas en interacción entre as respostas de referencia e as respostas do alumnado. Os resultados principais amosan que o alumnado ten numerosas dificultades tanto no deseño como na avaliación de investigacións científicas, debido a que as tarefas implican unha demanda cognitiva alta e ademais os estudantes non están habituados a resolver este tipo de actividades. Os resultados suxiren a necesidade de empregar apoios educativos para que os estudantes melloren os seus desempeños.

Palabras clave: Competencia; desempeño; deseño de investigacións; avaliación.

Resumen

Este trabajo pretende examinar y comparar los desempeños de estudiantes de distintos cursos en el diseño y en la evaluación de investigaciones, así como analizar la utilidad de los apoyos educativos en la planificación de investigaciones. Los participantes son 61 alumnos y alumnas, procedentes de tres cursos distintos (2º, 3º y 4º de ESO), que cursan la materia de Física y Química en un IES del centro de Lugo y que participan en la resolución de tres actividades escritas durante dos sesiones de 50 minutos cada una. El estudio se centra en el análisis de las producciones escritas de los participantes en las diferentes actividades propuestas. Para el análisis de los datos se elaboran rubricas establecidas en interacción entre las respuestas de referencia y las respuestas del alumnado. Los resultados principales muestran que el alumnado tiene numerosas dificultades tanto en el diseño como en la evaluación de investigaciones científicas, debido a que las tareas implican una demanda cognitiva alta y ademas los estudiantes no están habituados a resolver este tipo de actividades. Los resultados sugieren la necesidad de emplear apoyos educativos para que los estudiantes mejoren sus desempeños.

Palabras clave: Competencia; desempeño; diseño de investigaciones; evaluación.

Abstract

This study aims to examine and compare students' performances in planning and assessing scientific investigations across different grades, as well as to analyse the potential of educational guidance in planning investigations. The participants are 61 students from three different grades (2nd, 3rd and 4th of Secondary Education) attending a Physics and Chemistry subject in a public high school located at the city centre of Lugo and involved in the solution of three written tasks during two 50-minute session each. The study focuses on the analysis of students' written performances across the different tasks. For the analysis, several rubrics were developed in interaction between the reference responses for each task and students' responses. The main results highlight students' difficulties both in designing and in assessing scientific investigations, due to the high cognitive demand of the tasks and to their lack of familiarity with solving these type of tasks. The results suggest the need of using educational scaffolds so that students improve their performances.

Keywords: Competency; performance; designing investigations; assessment.

1. Introducción e xustificación

Este traballo pretende analizar os desempeños de estudantes de distintos niveis educativos (2º, 3º e 4ºESO) dun IES do centro de Lugo, na materia de física e química na avaliación e deseño de investigacións científicas. Dado que a estrutura dos programas escolares de ciencias en España soe estar dominada polo coñecemento dos contidos, e que para desenvolver a competencia de avaliar e deseñar investigacións se require dun coñecemento procedemental e epistémico, resulta complicado que os alumnos teñan ben desenvolta esta competencia. Isto conséntase na avaliación PISA 2015 na que a maioría de comunidades autónomas de España alcanzan as puntuacións máis baixas na competencia citada, causando isto un descenso no nivel da competencia científica. Por este motivo considérase moi importante facer unha análise desta situación, co fin de identificar os desempeños do alumnado en diversas capacidades que conforman a competencia de avaliación e deseño de investigacións, así como as principais dificultades e os aspectos que se deberían cambiar na ensinanza das ciencias para promover o desenvolvemento desta competencia básica.

Para facer esta análise deseñáronse tres actividades individuais e idénticas para cada un dos cursos, co fin de poder estudar os desempeños de cada alumno nesta competencia por separado.

Dado que os modelos educativos actuais deben estar orientados cara un desenvolvemento das competencias, sendo a competencia científica unha das competencias clave a desenvolver, e que o seu nivel de desenvolvemento non é moi alto, debido en parte ás dificultades que existen coa competencia de deseñar e avaliar investigacións, este estudo é moi importante para identificar as principais dificultades do alumnado e as implicacións educativas para o futuro, co fin de acadar un progreso positivo no desenvolvemento desta competencia. Tendo en conta todo o comentado, os obxectivos propostos para este estudo son:

1. Examinar e comparar os desempeños de alumnado de distintos cursos no deseño dunha investigación.
2. Estudar a necesidade e utilidade dos apoios educativos no deseño de investigacións.
3. Analizar e comparar os desempeños de alumnado de distintos cursos na avaliación de investigacións.

O estudo estrutúrase da seguinte forma: en primeiro lugar abórdase o marco teórico, no cal se destaca que o novo paradigma educativo está orientado cara as competencias, definíndose o

termo competencia e competencias clave centrándose na competencia científica. Posteriormente préstase unha maior atención á competencia de avaliar e deseñar investigacións científicas, especificando o seu desenvolvemento na aula de educación secundaria. En segundo lugar descríbese a metodoloxía empregada para realizar esta investigación, a cal inclúe o marco metodolóxico da investigación cualitativa, os participantes e contexto, o deseño da investigación e a secuenciación das actividades, os modelos de referencia para a análise das actividades, e as ferramentas de toma e análise de datos. No seguinte apartado expóñense os resultados obtidos na investigación despois de analizar os documentos escritos elaborados polos participantes nas diferentes actividades propostas. E para finalizar discútnense as conclusións e as implicacións educativas derivadas do estudo que se levou a cabo.

2. Marco teórico

2.1. Cara unha ensinanza por competencia

A partir dos anos oitenta nos países anglosaxóns comezouse a estender o uso da noción de competencia como instrumento para avaliar a calidade dos programas de formación profesional (Pedrinaci, 2012a), circunstancia que puxo de manifesto a necesidade de introducir cambios nun sistema académico que valoraba máis a adquisición de coñecementos teóricos que a capacidade de utilizalos de maneira eficiente no desempeño dunha profesión.

A partir dos anos noventa, algúns organismos internacionais como a Organización das Nacións Unidas para a Educación, a Ciencia e a Cultura (en adiante UNESCO), a Organización para a Cooperación e o Desenvolvemento Económico (en adiante OCDE ou OECD en inglés), e a Unión Europea (en adiante UE) sinalaron a necesidade de enfocar o ensino cara ó desenvolvemento de competencias.

A UNESCO a partir da proposta de Delors (1996), estableceu os principios precursores da aplicación dunha ensinanza baseada en competencias, ó identificar os piares básicos dunha educación permanente para o Século XXI, consistentes en “aprender a coñecer”, “aprender a facer”, “aprender a ser” e “aprender a convivir”.

A finais da década dos 90, a OCDE lanzou o proxecto denominado *Definition and Selection of Competencies* (DeSeCo), que tiña como obxectivo proporcionar un marco conceptual sólido que establecese os obxectivos que debía alcanzar calquera sistema educativo que pretendese fomentar a educación ó longo de toda a vida. Este proxecto trataba de dar resposta á cuestión sobre que competencias persoais se consideran imprescindibles para poder afrontar os retos da sociedade do S. XXI (OECD, 2003a).

Na mesma dirección foron as orientacións da UE que, dende o Consello Europeo de Lisboa no ano 2000 ata as Conclusións do Consello de 2009 sobre o Marco Estratéxico para a cooperación europea no ámbito da educación e a formación, insistiu na necesidade da adquisición de competencias clave por parte da cidadanía como condición indispensable para lograr que os individuos alcancen un pleno desenvolvemento persoal, social e profesional que se axuste ás demandas dun mundo globalizado e faga posible o desenvolvemento económico, vinculado ó coñecemento. Exemplo disto é a Recomendación do Parlamento Europeo e do

Consello (UE, 2006), sobre as competencias clave para a aprendizaxe permanente, a cal insta aos Estados membros a desenvolver as competencias clave.

Segundo estas recomendacións a Lei Orgánica 2/2006, do 3 de maio, de Educación (LOE), introduce o termo competencias básicas por primeira vez na lexislación educativa de España e posteriormente a Lei Orgánica 8/2013, de 9 de decembro para a Mellora da Calidade Educativa (LOMCE), vai máis alá ó poñer o énfase nun modelo de currículo baseado en competencias. Como consecuencia, dítase a Orde ECD/65/2015, de 21 de xaneiro, pola que se describen as relacións entre as competencias, os contidos e os criterios de avaliación da educación primaria, a educación secundaria obrigatoria e o bacharelato. Desta forma establécense as competencias clave no Sistema Educativo Español.

Tendo en conta isto elaborouse o Decreto 86/2015, do 25 de xuño, polo que se establece o currículo da educación secundaria obrigatoria e do bacharelato na Comunidade Autónoma de Galicia, o cal se basea na potenciación da aprendizaxe por competencias. Todo isto está provocando un cambio de paradigma educativo que implica pasar dun coñecemento baseado nos saberes a un coñecemento centrado en competencias. Neste traballo analizarase se o novo paradigma está en marcha, prestando unha atención especial ao desenvolvemento da competencia científica.

2.2. Definición de competencia e competencias clave

Como sinalan Zabala e Arnau (2007), a introdución na ensinanza do termo competencia é o resultado da necesidade de utilizar un concepto que de resposta ás necesidades reais de intervención dunha persoa en todos os ámbitos da vida.

Segundo a OCDE a competencia é a capacidade de responder a demandas complexas e levar a cabo tarefas diversas de forma axeitada. Supón unha combinación de habilidades prácticas, coñecementos, motivación, valores éticos, actitudes, emocións e outros compoñentes sociais e de comportamento que se mobilizan conxuntamente para lograr unha acción eficaz (OECD, 2003a).

Por outra banda, a efectos do Decreto 86/2015, do 9 de decembro, enténdese por competencia á capacidade para aplicar de xeito integrado os contidos propios de cada ensinanza e etapa educativa, co fin de lograr a realización adecuada de actividades e a resolución eficaz de problemas complexos.

En base a isto, pódese observar que existen moitas definicións de competencia a nivel educativo. Máis alá de que se adopte unha definición ou outra de competencia, convén destacar que características se consideran esenciais e, sobre todo, cales son as súas implicacións educativas. Desta forma, o concepto de competencia inclúe coñecementos teóricos, coñecementos prácticos e actitudes dunha forma integrada e articulada de todos eles. Como consecuencia, como xa se mencionou, a partir dos anos noventa moitos organismos internacionais impulsaron estudos e proxectos para definir as competencias clave que serían necesarias ó longo da vida. Segundo a Recomendación do Parlamento Europeo e do Consello (UE, 2006) “as competencias clave son aquelas que todas as persoas precisan para a súa realización e o seu desenvolvemento persoal, así como para a cidadanía activa, a inclusión social e o emprego” (p.13). Desta forma identificaron oito competencias clave e describiron os coñecementos, as capacidades e as actitudes esenciais vinculadas a cada unha delas.

No sistema educativo español, nun primeiro momento establécense oito competencias básicas derivadas da recomendación da UE (2006), mentres que na actualidade as competencias cambian de denominación pasando de ser básicas a clave e son as sete que se describen a continuación:

- a) Comunicación lingüística.
- b) Competencia matemática e competencias básicas en ciencia e tecnoloxía.
- c) Competencia dixital.
- d) Aprender a aprender.
- e) Competencias sociais e cívicas.
- f) Sentido de iniciativa e espírito emprendedor.
- g) Conciencia e expresións culturais.

Tal e como indica Pedrinaci (2012b), aínda que as competencias deben ter un carácter transversal, cada área ou materia debe contribuír ó desenvolvemento de diversas competencias, pero non en idéntica proporción. Neste traballo examínase o desenvolvemento da competencia matemática e competencias básicas en ciencia e tecnoloxía, centrándose en particular na dimensión científica da mesma.

2.3. A competencia científica

Como indica a Orde ECD/65/2015 “a competencia matemática e as competencias básicas en ciencia e tecnoloxía inducen e fortalecen algúns aspectos esenciais da formación das persoas

que resultan fundamentais para a vida”. A pesar de que a competencia matemática e as competencias básicas en ciencia e tecnoloxía representan unha sola competencia clave, na Orde descríbense de forma independente falándose primeiro da competencia matemática e logo das competencias básicas en ciencia e tecnoloxía. Dado que esta investigación se centrará na competencia científica centrarase a atención nela.

Unha das primeiras definicións de competencia científica, veu da man do Programa para a Avaliación Internacional de Alumnos, máis coñecido por PISA (acrónimo da súa denominación inglesa), o cal deu un impulso definitivo á expansión das competencias na educación formal. Nas primeiras avaliacións PISA (OECD 2000; 2003b), onde as ciencias eran unha área secundaria, a competencia científica definíase da seguinte forma:

“A competencia científica é a capacidade de utilizar o coñecemento científico, identificar preguntas científicas e sacar conclusións baseadas en probas co fin de comprender e axudar a tomar decisións relativas ó mundo natural e ós cambios que produciu nel a actividade humana”(OECD, 2000, 2003b).

Na avaliación de 2006, na que a ciencia foi a área principal de avaliación, a definición de competencia científica presentou un maior grado de elaboración, así coma unha serie de melloras:

“A competencia científica fai referencia ós coñecementos científicos dun individuo e ó uso dese coñecemento para identificar problemas, adquirir novos coñecementos, explicar fenómenos científicos e extraer conclusións baseadas en probas sobre cuestións relacionadas coa ciencia. Así mesmo, comporta a comprensión dos aspectos característicos da ciencia, entendida como un método do coñecemento e a investigación humana, a percepción do modo no que a ciencia e a tecnoloxía conforman o noso entorno material, intelectual e cultural, e a disposición a implicarse en asuntos relacionados coa ciencia e coas ideas da ciencia como un cidadán reflexivo” (OECD, 2006).

Segundo Pedrinaci (2012a), que no fundamental pouco ten que obxectar a esa definición, máis importante que formular unha ou outra definición de competencia é caracterizala, seleccionado aquelas capacidades que queren desenvolverse prioritariamente para formar persoas científicamente competentes. A efectos da avaliación PISA 2006, a definición de competencia científica caracterízase por catro aspectos interrelacionados: contexto, coñecementos, capacidades e actitudes. Ese marco de avaliación empregouse como base para as avaliacións de 2009, 2012 e 2015. Por este motivo, na última avaliación PISA

(2015) na cal a ciencia volveu a ser a área principal de estudo, a definición de competencia, como se pode ver na figura 1, séguese caracterizando por eses mesmos catro aspectos, aínda que tiveron lugar algúns cambios.



Figura 1. Marco de avaliación da competencia científica en PISA 2015 (OECD, 2016).

Nesta última avaliación (OECD, 2016) resáltase que para que unha persoa sexa científicamente competente, require das seguintes competencias básicas ou capacidades:

1. Explicar fenómenos científicamente.
2. Avaliar e deseñar investigacións científicas.
3. Interpretar científicamente datos e probas.

Segundo esta avaliación de 2015, todas as persoas necesitan tres formas de coñecemento (contidos, procedemental e epistémico) para desenvolver as tres competencias básicas que constitúen a competencia científica. Explicar fenómenos científicamente require sobre todo dun coñecemento dos contidos, aínda que dun certo coñecemento das formas convencionais e dos procedementos utilizados na investigación científica para obter dito coñecemento (coñecemento procedemental) e a comprensión do seu papel e a súa función na xustificación dos coñecementos producidos pola ciencia (coñecemento epistémico) (OECD, 2016).

Sen embargo, a segunda e a terceira competencias requiren máis que dun coñecemento dos contidos. Dependen da comprensión de como o coñecemento científico é xerado e do grao de confianza no que se sustenta. Recoñecer e identificar as particularidades que caracterizan á investigación científica require dun coñecemento dos procedementos convencionais que son a base dos diversos métodos empregados para orixinar o coñecemento científico, denominado coñecemento procedemental. Por último, as capacidades científicas requiren do coñecemento

epistémico, unha comprensión da racionalidade das prácticas comúns da investigación científica, do status das afirmacións do coñecemento que son xeradas, e do significado de termos fundamentais tales como teoría, hipóteses e datos. O coñecemento procedemental e o epistémico son necesarios para identificar as cuestións que son susceptibles de ser investigadas científicamente, para xulgar se foron utilizados os procedementos apropiados para asegurar que as afirmacións están xustificadas, e para diferenciar cuestións científicas de asuntos relacionados con valores ou consideracións económicas (OECD, 2016).

Nesta mesma dirección vai a Orde ECD/65/2015 na que se sinala que para desenvolver as competencias en ciencia e tecnoloxía resulta necesario dispoñer dun coñecemento dos contidos, os cales derivan de conceptos, procesos e situacións interconectadas. Así mesmo, tamén propón que é preciso un coñecemento dos procedementos científicos, é dicir, destrezas que permitan utilizar e manipular ferramentas e máquinas tecnolóxicas, así como datos e procesos científicos para alcanzar un determinado obxectivo, como por exemplo, resolver problemas relacionados coa vida cotiá. Por outra banda tamén indica que é esencial unha actitude de interese pola ciencia e de apoio á investigación científica.

Posto que a estrutura dos programas escolares de ciencias en España e na maioría de países soe estar dominada polo coñecemento dos contidos, resulta complicado que os alumnos dispoñan da segunda e terceira competencias que se establecen en PISA 2015 (OECD, 2016). Isto constátase nos resultados acadados en España na avaliación de 2015 (INEE, 2016), na cal en xeral as cualificacións medias por comunidades autónomas, salvo en Cataluña e Cantabria, alcanzan puntuacións máis baixas na competencia de avaliar e deseñar investigacións científicas, como se pode observar na táboa 1, e nas figuras recollidas no anexo I.

Táboa 1. Puntuacións medias das competencias científicas en España (INEE, 2016).

	Puntuacións medias das competencias científicas			Puntuación media
	<u>Explicar fenómenos</u>	<u>Avaliar e deseñar investigacións</u>	<u>Interpretar cientificamente datos</u>	Competencia Científica
ESPAÑA	494	489	493	493
Andalucía	474	470	475	473
Aragón	510	499	508	506
Asturias	507	497	503	502
Illas Baleares	489	482	482	484

Táboa 1. Puntuacións medias das competencias científicas en España (INEE, 2016)
(continuación).

	Puntuacións medias das competencias científicas			Puntuación media
	<u>Explicar</u> <u>fenómenos</u>	<u>Avaliar e deseñar</u> <u>investigacións</u>	<u>Interpretar</u> <u>cientificamente datos</u>	Competencia Científica
C. Valenciana	494	491	493	493
Canarias	476	470	475	474
Cantabria	495	496	490	494
Castela-León	519	515	520	518
Castela-Mancha	501	491	496	496
Cataluña	503	506	503	504
Extremadura	481	469	470	473
GALICIA	512	509	513	511
Madrid	518	513	515	515
Rexión-Murcia	489	480	481	483
Navarra	515	509	514	513
País Vasco	483	480	485	483
Rioxa	503	496	495	498

Este é un dos motivos dos que se parte para realizar a investigación presentada neste Traballo Fin de Máster, co fin de identificar os desempeños nesta competencia, así como as principais dificultades e os aspectos que se deberían cambiar na ensinanza das ciencias para promover o seu desenvolvemento.

2.4. Competencia en avaliar e deseñar investigacións científicas

Tal e como sinala Ziman (1979), a competencia científica implica que os estudantes deben ter unha certa comprensión do obxectivo da investigación científica. Neste mesmo sentido apunta a Orde ECD/65/2015, que sinala que a formación e práctica en investigación científica é un recurso e un medio para alcanzar os coñecementos científicos e tecnolóxicos logrados ao longo da historia. Esta formación pode acadarse desenvolvendo a competencia de avaliar e deseñar investigacións científicas (OECD, 2016).

Segundo o estudo PISA de 2015 (OECD, 2016), un estudante de 15 anos coa competencia de avaliar e deseñar investigacións científicas debe ser capaz de describir e

avaliar investigacións científicas, así como propoñer formas de responder científicamente a preguntas demostrando a capacidade de:

- Identificar o tema explorado nun estudo científico dado.
- Distinguir preguntas posibles para experimentos científicos.
- Propoñer formas de explorar científicamente unha cuestión determinada.
- Avaliar formas de explorar científicamente unha cuestión dada.
- Describir e avaliar diversos modos que empregan os científicos para garantir a fiabilidade dos datos e a posible xeneralización das súas explicacións.

Ditas accións son os desempeños que un estudante coa competencia de avaliar e deseñar investigacións científicas debería levar a cabo. Aínda que non é de esperar que un estudante de 15 anos dispoña destas capacidades ó igual que un científico experto, espérase que un alumno con coñecementos científicos aprecie o papel e a importancia destas prácticas e trate de usalas. Estas capacidades dependen de moitos factores, como por exemplo do nivel de construción dos aprendizaxes científicos, os cales implican distintos desempeños na competencia de avaliar e deseñar investigacións científicas (OECD, 2016). Por este motivo neste traballo analizaranse os desempeños de estudantes de educación secundaria de distintos cursos nesta competencia científica, e tamén se proporán ideas para que se produza un maior desenvolvemento desta competencia.

O Marco de Avaliación PISA 2015 (OECD, 2016) determina que esta competencia: é necesaria para avaliar de forma crítica informes de descubrimentos e investigacións científicas; se basea na capacidade de distinguir preguntas científicas de outras formas de investigación ou de recoñecer preguntas que poderían investigarse científicamente nun contexto dado; require un coñecemento das características clave dunha investigación científica, como por exemplo, que cousas deben ser medidas, que variables deben ser modificadas ou controladas, e que accións deben ser tomadas para que os datos recollidos sexan máis exactos e precisos; esixe habilidade para avaliar a calidade dos datos, tendo en conta a súa vez que isto depende do recoñecemento de que estes non sempre son completamente precisos; e que require a capacidade para identificar se unha investigación é conducida por una premisa teórica fundamental ou, alternativamente, si se busca determinar patróns.

2.5. Desenvolvemento da competencia en avaliar e deseñar investigacións científicas na aula de educación secundaria

Segundo Cañal (2012a) parte dos aportes para unha ensinanza baseada en competencias xa estaban presentes nas propostas curriculares anteriores de base socioconstrutivista, pero dado que a ensinanza habitual das ciencias non soe responder a eses enfoques, senón que descansa maioritariamente en prácticas docentes baseadas no propósito de transmitir directamente ó alumnado os contidos xa elaborados, isto dificulta a súa asimilación significativa e leva con frecuencia ó alumnado á simple e inadecuada memorización literal, o cal non favorece o desenvolvemento desta competencia.

Outro problema fundamental do modelo construtivista, tal e como indica Caamaño (2012a), é que non ten en conta de forma suficiente os aspectos aplicados e sociais da ciencia. Polo tanto, para conseguir un desenvolvemento da competencia científica debería empregarse unha estratexia de ensino-aprendizaxe na que se realizaran actividades contextualizadas relacionadas con problemas reais. (Couso, 2011; Verdú, Martínez-Torregosa e Osuna, 2002).

Por outra banda, segundo as conclusións de Cañas, Martín e Níeda (2007), despois de facer unha análise exhaustiva dos currículos LOE de ciencias en comparación co demandado polo programa PISA para adquirir a competencia científica, en xeral os obxectivos, contidos e criterios de avaliación dos currículos recollen en boa medida as capacidades científicas enumeradas por PISA, aínda que con notables desequilibrios. Desta forma, algunhas capacidades como “a descrición e explicación de fenómenos”, atópanse abundantemente representadas, mentres que outras, como a “utilización de probas científicas” encóntranse deficientemente tratadas, e outras, como “a identificación de cuestións científicas”, están case ausentes. Os currículos LOMCE de ciencias, posto que se basean nunha aprendizaxe por competencias prestan unha maior atención a aspectos relacionados coas investigacións e utilización de probas científicas, aínda que debido a súa recente introdución, é probable que os niveis de desempeño en avaliar e deseñar investigacións sigan tendo niveis baixos coma nas avaliacións PISA de 2015 (INEE, 2016).

Segundo Osborne (2014), a capacidade de avaliar e deseñar investigacións científicas desenvólvese se os estudantes se involucran e adquiren práctica na realización de deseños de investigacións empíricas para probar hipóteses (planificación de investigacións), aínda que rara vez se desenvolven actividades deste tipo nas aulas. Nesta mesma dirección apuntan as achegas de Crujeiras-Pérez e Jiménez-Aleixandre (2017), que indican que a planificación de

investigacións está vinculada á competencia de avaliar e deseñar investigacións científicas, sinalando tamén que a falta de experiencia dos estudantes en actividades de investigación, implica a necesidade de proporcionarlles maiores oportunidades para planificar e levar a cabo investigacións para que se familiaricen con esta práctica científica, e en consecuencia que desenvolvan a competencia científica.

Hai que destacar que a planificación de investigacións aporta numerosos beneficios para a aprendizaxe dos estudantes tal e como se sinala na literatura, xa que esta práctica involucraos en tarefas científicas que requiren a proposición de solucións para resolver problemas relacionados co mundo real (Etkina et al., 2010). Ademais Apedoe e Ford (2010) destacan o potencial que ten que os estudantes deseñen experimentos na adquisición dunha actitude empírica. Schwartz e Martin (2004) sinalan que as actividades de deseño axudan ós estudantes a activar o coñecemento. Kolodner (2002) indica que a través deste enfoque os estudantes aprenden a reflexionar e a refinar o seu razoamento. Nesta mesma liña, Neber e Anton (2008) observan un pensamento de orde superior nos estudantes cando se enfrontan ao deseño de experimentos.

A pesar de todos eses beneficios as actividades baseadas na planificación de investigacións non son moi frecuentes nas leccións de química na escola secundaria, quizais debido ás dificultades involucradas nesta práctica científica (Crujeiras e Jiménez-Aleixandre, 2015; Jones, Gott e Jarman, 2000). As principais dificultades están relacionadas coa identificación do coñecemento dos contidos relevante para resolver a tarefa (Crujeiras e Jiménez-Aleixandre, 2015; Girault, d'Ham, Ney, Sánchez e Wajeman, 2012), coa natureza das variables implicadas (Gott e Dugan, 1995), e coa proposición de deseños completos e axeitados, xa que os estudantes tenden a proporcionar deseños mal definidos (Zimmerman, 2000) e a incluír aspectos familiares que non son relevantes para o deseño de investigacións (Krajcik, Blumenfeld, Marx, Bass e Fredricks, 1998).

Ademais é necesario sinalar que a dificultade de calquera investigación pode ser graduada mediante a axuda prestada en cada momento polo docente, ben de forma oral ou a través de guións de axuda, sendo o seu papel moi importante xa que determina os resultados do proceso de aprendizaxe (Caamaño, 2012a; Högstöm, Ottander e Benckert, 2010). De acordo con Artigue, Dillon, Harlen e Léna (2012), o papel dos docentes debe ser orientar aos estudantes no desenvolvemento das habilidades necesarias para levar a cabo a investigación e comprender o coñecemento científico a través do seu traballo e razoamento.

Neste traballo preténdense examinar os desempeños e as dificultades que presentan os estudantes, en diferentes niveis educativos, nas operacións involucradas no deseño de investigacións e na súa avaliación, analizando a necesidade e utilidade dos apoios educativos prestados, así como a súa actitude durante a realización das distintas probas de investigación.

Para examinar unha competencia, tal e como indica Cañal (2012b), hai que seleccionar actividades e procedementos que sexan válidos para analizar as distintas dimensións da competencia a investigar. Neste caso para analizar os desempeños no deseño de investigacións propónse que os alumnos realicen de forma individual unha actividade de investigación relacionada con un problema práctico. Este tipo de investigacións como sinala Caamaño (2012a) plantexan problemas relacionados coa vida cotiá, co fin de que os estudantes teñan que empregar un coñecemento procedemental da ciencia, é dicir, planificar investigacións. Ademais, tendo en conta o indicado por Windschitl (2003) no relativo á indagación guiada, esta sería unha actividade deste tipo, posto que se plantexa un problema ós estudantes e eles teñen que propoñer como investigalo antes da experimentación. Por este motivo considérase que unha actividade deste tipo é a máis axeitada para analizar a competencia científica no deseño de investigacións.

Segundo Caamaño (2012a) a fase de avaliación comprende a valoración dos resultados obtidos e a análise da súa plausibilidade, mediante a comparación de resultados. Neste estudo para examinar os desempeños na avaliación de investigacións propónse que os alumnos realicen de forma individual unha actividade de avaliación de respostas a diferentes preguntas de investigación co fin de que indiquen si se propuxeron os procedementos de investigación axeitados. Para isto o alumnado deberá contrastar as respostas emitidas a diferentes preguntas que se propoñen no deseño de investigacións, para o cal será necesario argumentar en base a probas, tal e como sinala Caamaño (2012b). Dado que segundo Jiménez-Aleixandre (2010) a argumentación se entende como a capacidade de avaliar os datos e as probas para xerar unha conclusión científica, consistindo na valoración de diferentes explicacións que conducen a unha hipótese axeitada ás probas, pénsase que unha actividade deste tipo é a máis axeitada para analizar a parte da competencia científica sobre avaliar investigacións científicas, que consiste nunha das cuestións examinadas neste traballo.

3. Metodoloxía

Neste apartado descríbese a metodoloxía empregada na investigación, ofrecendo información acerca dos participantes e o contexto de estudo, sobre o deseño da investigación, acerca dos modelos de referencia para a análise das actividades e sobre as ferramentas de toma e análise dos datos. O estudo enmárcase na investigación cualitativa a cal se caracteriza, segundo Maykut e Morehouse (1994), por empregar as palabras, accións e documentos escritos elaborados polos participantes na investigación. Por esta razón, esta metodoloxía en oposición á cuantitativa, non comeza cunha serie de hipóteses que é necesario confirmar ou rexeitar. Debido a isto a recollida de información, entre outras alternativas, realízase por medio de observacións, entrevistas ou documentos escritos dos participantes. Polo tanto, tal e como indican Binda e Balbastre-Benavent (2013), trátase dunha metodoloxía que ademais de ser útil para investigar e describir, tamén propiciará a obtención de explicacións significativas dos fenómenos investigados.

Dentro deste enfoque metodolóxico distínguense diversos métodos como a fenomenoloxía, a etnografía, a etnometodoloxía ou o estudo de caso. O presente traballo fundaméntase na estratexia do estudo de caso que, tal e como sinalan Álvarez e San Fabián (2012), cada vez son máis frecuentes na investigación educativa. Segundo Kyburz-Graber (2004) este tipo de estudo utilízase para coñecer o significado das accións realizadas por un individuo ou grupo de individuos nun momento determinado. Nestes estudos en función do número de casos implicados distínguense dous tipos: simple, no cal solo se analiza un caso determinado; ou múltiple, no que se analizan varios casos que deben compartir características comúns (Stake, 2006). Este estudo basearase nun estudo de caso múltiple no que se farán as mesmas preguntas a distintos casos (alumnos de 2º de ESO, 3º de ESO e 4º de ESO dun instituto localizado en Lugo na Comunidade Autónoma de Galicia, en España).

3.1. Participantes e contexto

Este estudo realizouse durante o Prácticum II do Máster de Profesorado no curso 2016-2017 nun IES do centro de Lugo, en concreto en tres clases de distintos cursos (2º, 3º e 4º de ESO) na materia de Física e Química, estando as clases formadas por 28, 17 e 16 alumnos respectivamente. O alumnado non estaba familiarizado coa realización de actividades de investigación, e moito menos con tarefas de carácter aberto nas cales deben: identificar un

problema relacionado coa vida cotiá, formular hipóteses, propoñer métodos de investigación do ocorrido ou avaliar propostas de investigación. Polo tanto é a primeira vez que se enfrontan á resolución de tarefas deste tipo, xa que os estudantes si que dispoñen de experiencia na realización de actividades de laboratorio do tipo experiencias de confirmación, pero é a primeira vez que se enfrontan á resolución de actividades de indagación.

3.2. Deseño da investigación

Neste traballo examínanse os desempeños de estudantes de educación secundaria na avaliación e deseño de investigacións científicas.

As actividades levadas a cabo nesta investigación comprenden tres tarefas escritas, dúas relativas ao deseño dunha investigación e outra para a avaliación de propostas de investigación. Ámbalas actividades son idénticas para os distintos cursos examinados co fin de poder comparar os resultados entre os cursos participantes. Ademais realizáronse de forma individual, xa que o que se pretende é identificar os desempeños que posúe cada alumno na competencia científica que se desexa analizar. Para o deseño de investigacións utilízase unha sesión de 50 minutos e para que avalíen os deseños outra sesión da mesma duración. A continuación descríbese cada unha das actividades empregadas neste estudo.

3.2.1. Actividade 1 - Deseños de investigación

A primeira actividade que se realiza é a de deseñar investigacións que consta de 2 partes e na cal se presenta un problema relacionado coa vida real. Trátase dun problema ligado a unha industria láctea na que se produciu a solidificación do leite como consecuencia da adición dun produto químico. O obxectivo da actividade é que os alumnos propoñan como investigar que produto causou o problema de solidificación. Para isto reconstrúese unha historia, a cal se pode ver no anexo II (“A) Actividade1: Deseño Sen Guión”), de forma que é posible que ó leite se lle engadiran 3 produtos químicos diferentes, de maneira que na actividade se podan formular hipóteses ou propoñer métodos de investigación do ocorrido, tendo que considerarse diversas variables e probas para investigar o sucedido.

Para iniciar esta actividade faise unha pequena presentación na que se conta en que vai consistir a actividade, e na que se introduce o problema que deben investigar, indicando que ese mesmo problema lle ocorreu ó investigador. Para isto o investigador narra como lle ocorreu o problema na industria láctea, para o cal acude a cada clase cun par de botellas de

plástico coma as que se poden ver na figura 2, co fin de facilitar a comprensión da tarefa e ó mesmo tempo co obxectivo de espertar un maior interese do alumnado pola actividade. Nunha das botellas hai leite e na outra (botella da dereita) leite solidificado (con grumos, xa que se lle engadiu vinagre antes de asistir á clase). Ademais tamén se asistiu á clase con outras 3 botellas para simular as botellas que había no almacén de auga oxixenada, e cun vaso para simular ó tanque de leite. Para facer esta presentación empréganse uns 10 minutos.



Figura 2. Fotografía das botellas coas que se acudiu a unha das clases.

Despois disto entregóuselle un folio a cada alumno coa primeira parte da actividade que se pode ver no anexo II (“A) Actividade 1: Deseño Sen Guión”). Neste folio aparece a historia de como sucedeu o problema e solicítase que propoñan un método de investigación para explicar como investigar o ocorrido, indicándose que poden facer a súa proposta na parte do folio que queda libre. Para isto utilízanse uns 20 minutos. Despois pásase á segunda parte da actividade que tamén se pode observar no anexo II (“B) Actividade 1: Deseño Con Guión”), na cal se proporciona un guión de axuda que consiste nunha serie de preguntas relativas ó deseño da investigación, co fin de que a resposta ás preguntas e a información ofrecida facilite as propostas de investigación. Para esta parte precisáronse outros 20 minutos.

3.2.2. Actividade 2 - Avaliación de deseños de investigación

A segunda actividade que se realiza é a de avaliar investigacións, que se pode ver no anexo II (“C) Actividade 2: Avaliación de deseños”), e na cal se deben avaliar uns deseños de

investigación propostos para a actividade 1. O obxectivo é que os alumnos seleccionen os deseños máis axeitados, que xustifiquen as súas decisións e que modifiquen os argumentos propostos co fin de melloralos, xa que desta forma estarán avaliando as investigacións.

Esta actividade require que o alumnado participante avalíe dúas respostas ofrecidas a cada pregunta que se propuxo na segunda parte da actividade 1. Para isto o investigador propón 2 respostas en cada pregunta, estando unha ben, e a outra regular, é dicir algunhas partes están ben contestadas e outras non. O que se pretende é que o alumnado identifique cal das respostas está mellor en cada pregunta xustificando a súa decisión, xa que desta forma estaranse avaliando as respostas. Outro dos obxectivos é que avalíen que partes están ben contestadas e que partes están mal na outra resposta, posto que desta maneira demostrarán que saben identificar o que está ben e o que está mal, polo cal tamén se estará avaliando.

Nesta actividade tamén se adica unha sesión de 50 minutos. A actividade iníciase cunha pequena presentación na que se indica en que vai consistir. Para isto emprégase unha presentación PowerPoint, da cal se poden ver unhas capturas de pantalla no apartado D do anexo II. Dado que esta actividade se realiza en cada un dos cursos, aproximadamente 10 días despois de realizar a primeira actividade, recórdase de forma oral o problema ocorrido. Ademais para que teñan ben presente a situación problemática e para evitar demasiados papeis na mesa, durante o transcurso da actividade proxéctase na aula o enunciado do problema narrado na actividade 1, co fin de que se recorde ben a historia, xa que é importante tela en conta no proceso de avaliación. Para isto utilizáronse uns 15 minutos.

Esta actividade a diferenza da anterior so consta de unha parte. Para realizala ofrécese un folio coa actividade na que, como se pode ver no apartado C do anexo II, aparecen as respostas a cada pregunta, solicitando a cada alumno que identifique cal das respostas está mellor por un lado, e por outro que indique que partes se deben modificar na outra resposta para que estea ben contestada. Para isto empregáronse uns 25 minutos. Nos últimos minutos de cada clase comentouse que produto químico causou o problema, así como o motivo polo que se produciu, xa que existía moito interese en todo o alumnado por saber o que pasara.

3.3. Modelos de referencia para a análise das actividades

Para analizar os resultados obtidos, dentro de cada actividade elabóranse e expóñense a continuación os modelos de referencia que se empregan para analizar as distintas cuestións que aparecen en cada actividade.

3.3.1. Actividade 1 - Deseños de investigación

Nesta actividade o modelo de referencia que se seguirá, elaborouse ofrecendo respostas á segunda parte da actividade, o cal servirá de referencia para analizar as respostas dos participantes ás dúas partes da investigación.

1. Identificación do problema ocorrido. Que problema ocorreu? Que hai que investigar?

O traballador debido a un mal almacenamento dos produtos químicos, engadiu un produto químico que non era auga osixenada ó leite. Como consecuencia o leite solidificou aparecendo grumos. Hai que investigar que produto químico foi o causante do problema.

2. Elaboración de posibles explicacións (hipóteses). Por que ocorreu o problema?

O problema tivo lugar porque se engadiu un produto que non era auga osixenada. Como consecuencia, o problema puido ser debido a:

Hipótese 1: Engadiu hidróxido de sodio.

Hipótese 2: Engadiu ácido acético.

3. Que pasos se deben seguir para descubrir que produto se engadiu ó leite?

Para investigar irase ó laboratorio e nun vaso de precipitados coa axuda dunha pipeta engadiranse 100 ml de leite. Posteriormente seguindo o mesmo proceso engadiranse noutro vaso de precipitados outros 100 ml de leite.

Despois, coa axuda doutra pipeta engadirase nun dos vasos unha pequena cantidade de NaOH (5 ml por exemplo), e unha vez feito isto, con outra pipeta engadiranse 5 ml de ácido acético no outro vaso, identificando cada vaso con unha etiqueta para saber o que se engadiu en cada un deles.

Tras isto introducíranse ámbolos vasos na neveira, posto que o proceso tivo lugar a unha temperatura duns 4°C e dita temperatura pódese conseguir nunha neveira. Despois de 2 horas observárase o que ocorre.

4. Como se saberá que produto químico causou o problema? Cando remata a investigación?

Despois de 2 horas sácanse os vasos da neveira e obsérvase se nalgún vaso aparecen grumos. Si se observan no vaso con NaOH, e o de vinagre ten un aspecto normal, o problema será causa do NaOH. Se ocorre o contrario (grumos no vaso con vinagre), o problema foi debido ó vinagre. Se hai grumos nos 2 vasos, puido ser calquera e débese seguir investigando para saber cal foi. Se non aparecen grumos en ningún vaso hai que analizar outras causas. Todas as

probas débense repetir cando menos unha vez para confirmar os resultados. Tras confírmalos remata a investigación.

3.3.2. Actividade 2 - Avaliación de deseños de investigación

Nesta actividade o modelo de referencia que se seguirá amósase na seguinte táboa para cada pregunta que se debe avaliar.

Táboa 2. Modelo de referencia para a análise da avaliación de deseños. Lenda: P=Pregunta, R=Resposta correcta.

P	R	Xustificación	Modificación
1	A	- Sinala que resposta é mellor destacando que se indica porque ocorreu o problema, para o cal emprega os datos proporcionados nas 2 actividades.- Tamén destaca que se indica ben o que se debe investigar para o cal tamén emprega os datos proporcionados.	- Modifica a opción incorrecta coa información adecuada, indicando o que está ben e o que está mal, e ademais propón de forma axeitada un cambio dos aspectos que están mal, empregando os datos proporcionados nas 2 actividades.
2	B	- Sinala que resposta é mellor destacando que se propoñen hipóteses que explican o ocorrido e facilitan a investigación, para o cal emprega os datos proporcionados. - Tamén destaca que está ben xa que se indica que o problema ocorreu porque se engadiu un produto químico, e ademais tamén se indica que se descarta a H_2O_2 .	- Modifica a opción incorrecta coa información adecuada, indicando o que está ben e o que está mal, e ademais propón de forma axeitada un cambio dos aspectos que están mal, empregando os datos proporcionados nas 2 actividades.
3	A	- Sinala que resposta é mellor destacando que se indica que se deben seguir uns pasos de forma ordenada, e que se propón o material que se vai usar. - Tamén se destaca que está ben posto que se indica que se debe considerar empregar leite en bo estado, e usar pipetas distintas para evitar contaminacións. - Ademais indica que está mellor dado que se identifican os vasos e se empregan os volumes, a temperatura e o tempo de espera segundo o indicado no enunciado.	- Modifica a opción incorrecta coa información adecuada, indicando o que está ben e o que está mal, e ademais propón de forma axeitada un cambio dos aspectos que están mal, empregando os datos proporcionados nas 2 actividades.

Táboa 2. Modelo de referencia para a análise da avaliación de deseños. Lenda: P=Pregunta, R=Resposta correcta (continuación).

P	R	Xustificación	Modificación
4	A	- Sinala que resposta é mellor destacando que se indica que se sabe como identificar que produto químico causou o problema. - Tamén se destaca que está ben posto que se sinala que se considera que pode existir máis de un ou ningún produto que cause o problema. - Ademais indícase que é mellor xa que se destaca que se deben repetir as probas para confirmar resultados e rematar a investigación.	- Modifica a opción incorrecta coa información adecuada, indicando o que está ben e o que está mal, e ademais propón de forma axeitada un cambio dos aspectos que están mal, empregando os datos proporcionados nas 2 actividades.

3.4. Ferramentas de toma de datos

As ferramentas de recollida de datos son os documentos nos que os participantes rexistran as súas respostas nas tarefas anteriores, tanto no deseño como na avaliación de investigacións, documentos que elaboraron cada un dos participantes e que foron recollidos ó finalizar cada sesión. Estas respostas complementáanse con notas de campo tomadas polo investigador ó longo do desenvolvemento de todas as sesións.

3.5. Ferramentas de análise dos datos

Para a análise examínanse os informes escritos de cada participante, en base á súa adecuación ós modelos de referencia indicados no punto 3.3. A análise divídese en dúas fases na actividade 1, e nunha fase na actividade 2. Tendo en conta isto, as análises que se levaron a cabo son:

- Análise dos deseños de investigación sen guión de axuda.
- Análise dos deseños de investigación con guión de axuda.
- Análise das avaliacións da investigación.

3.5.1. Análise dos deseños de investigación sen guión de axuda.

Tendo en conta as respostas de todos os alumnos na primeira fase dos deseños de investigación, as respostas agrúpanse en varias dimensións e categorías, dando lugar á rúbrica

de análise que se resume na táboa 3. Considerando as diferentes respostas, establécense 5 dimensións de análise, dividindo cada dimensión en 3 categorías en función das súas respostas co fin de que estas categorías sexan útiles para analizar os desempeños de cada alumno e de cada clase nas dimensións establecidas.

Táboa 3. Desempeños do alumnado relativos ao deseño de investigacións sen guión de axuda.

Dimensión	Categoría	Alumnos
Procedemento	Está ordenado, pero non detallado polo que non permite resolver a investigación	
	Non está nin ordenado nin detallado polo que non permite resolver a investigación	
	Non garda relación co problema a investigar ou non propón ningunha acción	
Materiais e Compostos	Inclúe todas as sustancias necesarias, incluíndo parte do instrumental necesario.	
	Inclúe todas as sustancias necesarias, non incluíndo ningún do instrumental necesario.	
	Non inclúe todas as sustancias necesarias, e non inclúe ou engade parte do instrumental necesario.	
Criterio de identificación	Ten en conta o criterio (grupos-sólido) explicitamente no deseño	
	Ten en conta o criterio (grupos-sólido) implicitamente no deseño	
	Non usa criterio de identificación	
Control de Variables	Ten en conta as 3 variables	
	Ten en conta algunha das 3 variables	
	Non ten en conta ningunha variable	
Repeticións	Considera un número determinado de repeticións	
	Considera repeticións pero non indica cantas	
	Non considera repeticións das probas	

3.5.2. Análise dos deseños de investigación con guión de axuda

Considerando as respostas de todos os alumnos na segunda fase de deseño (con guión), as respostas agrúpanse en varias dimensións e categorías, dando lugar á rúbrica de análise que se resume na táboa 4. Considerando as diferentes respostas, establécense 8 dimensións de análise, dividindo cada unha delas en 3 categorías en función das súas respostas para que estas

categorías sexan útiles para analizar os desempeños de cada alumno e de cada clase nas dimensións establecidas. Dado que 5 das dimensións son iguais que na primeira fase, esta rúbrica servirá para analizar si a guía de orientación axuda a mellorar os deseños.

Táboa 4. Desempeños do alumnado relativos ao deseño de investigacións con guión de axuda

Dimensión	Categoría	Alumnos
Identificación do Problema	Identifica o problema e sabe o que se debe investigar	
	Identificación pouco precisa	
	Non identifica o problema nin sabe o que se debe investigar	
Hipóteses	Propón hipóteses que facilitan a investigación	
	Propón algunhas ideas que facilitan a investigación	
	Non propón hipóteses que facilitan a investigación	
Procedemento	Está ordenado, pero non detallado polo que non permite resolver a investigación	
	Non está nin ordenado nin detallado polo que non permite resolver a investigación	
	Non garda relación co problema a investigar ou non propón ningunha acción	
Materiais e Compostos	Inclúe todas as sustancias necesarias, incluíndo parte do instrumental necesario	
	Inclúe todas as sustancias necesarias, non incluíndo ningún do instrumental necesario	
	Non inclúe todas as sustancias necesarias, e non inclúe ou engade parte do instrumental necesario.	
Criterio de Identificación	Ten en conta o criterio (grupos-sólido) explicitamente no deseño	
	Ten en conta o criterio (grupos-sólido) implicitamente no deseño	
	Non usa criterio de identificación	
Control de Variables	Ten en conta as 3 variables	
	Ten en conta algunha das 3 variables	
	Non ten en conta ningunha variable	
Repeticións	Considera un número determinado de repeticións	
	Considera repeticións pero non indica cantas	
	Non considera repeticións das probas	

Táboa 4. Desempeños do alumnado relativos ao deseño de investigacións con guión de axuda (continuación).

Dimensión	Categoría	Alumnos
Guión	Axúdalle moito a mellorar o seu deseño	
	Axúdalle a mellorar un pouco	
	Non lle axuda case nada ou líao máis	

3.5.3. Análise das avaliacións da investigación.

Tendo en conta as respostas de todos os alumnos na fase de avaliación, as respostas agrúpanse en varias dimensións e categorías, dando lugar á rúbrica de análise que se resume na táboa 5. Neste caso analizarase a súa avaliación para cada pregunta, establecéndose en cada pregunta as mesmas dimensións e categorías de análise. Como se pode ver na táboa 5 as dimensións de análise son tres, dividindo a primeira dimensión en 2 categorías e as outras dúas dimensións en 3 categorías, co obxectivo de que todo isto sexa útil para analizar os desempeños de cada alumno e de cada clase nas dimensións establecidas.

Táboa 5. Desempeños do alumnado relativos á avaliación de investigacións.

Dimensión	Categoría	Alumnos
Selección	Selecciona a resposta correcta	
	Non selecciona a resposta correcta	
Xustificación	Xustifica empregando algúns datos facilitados	
	Xustifica en base a outras consideracións	
	Non xustifica	
Modificación	Modifica a opción incorrecta coa información adecuada	
	Modifica a opción incorrecta de forma parcial	
	Non modifica ou modifica inadecuadamente	

4. Resultados

Nesta sección preséntanse os resultados relativos aos desempeños do alumnado na competencia en deseñar e avaliar investigacións científicas. Discútese cada dimensión da competencia por separado.

4.1. Análise dos desempeños relativos ao deseño de investigacións

Neste apartado examínanse os desempeños do alumnado no deseño de investigacións en dúas situacións de aula diferentes: a) sen facer uso de ningún recurso de apoio e b) empregando unhas cuestións guía a modo de orientación para estruturar o deseño. Os resultados represéntanse en termos de frecuencia e porcentaxe, posto que aínda que a mostra non é suficientemente ampla para empregar porcentaxes, considérase necesario o seu uso para poder comparar os desempeños nos distintos cursos, xa que o número de alumnos en cada aula é diferente.

4.1.1. Deseños do alumnado sen apoio

Os desempeños do alumnado nos tres cursos de ESO relativos ao deseño da investigación sen facer uso de ningún recurso de apoio resúmense na táboa 6.

Táboa 6. Desempeños relativos ao deseño de investigacións sen apoio. Lenda: f=frecuencia, N=Número de alumnos, %=Porcentaxe, Criterio ID=Criterio de identificación, C.Vbles=Control de variables.

Dimensión	CATEGORÍA	2ºESO (N=28)		3ºESO (N=17)		4ºESO (N=16)	
		f	%	f	%	f	%
Procedemento	Está ordenado, pero non detallado polo que non permite resolver a investigación	15	54	10	59	5	31
	Non está nin ordenado nin detallado polo que non permite resolver a investigación	13	46	7	41	11	69
	Non garda relación co problema a investigar ou non propón ningunha acción	19	68	6	35	6	38

Táboa 6. Desempeños relativos ao deseño de investigacións sen apoio. Lenda: f=frecuencia, N=Número de alumnos, %=Porcentaxe, Criterio ID=Criterio de identificación, C.Vbles=Control de variables (continuación).

Dimensión	CATEGORÍA	2ºESO (N=28)		3ºESO (N=17)		4ºESO (N=16)	
		f	%	f	%	f	%
Materiais e Compostos	Inclúe todas as sustancias necesarias, incluíndo parte do instrumental necesario	9	32	5	29	5	31
	Inclúe todas as sustancias necesarias, non incluíndo ningún do instrumental necesario	7	25	6	35	8	50
	Non inclúe todas as sustancias necesarias, e non inclúe ou engade parte do instrumental necesario	12	43	6	35	3	19
Criterio ID.	Ten en conta o criterio (grupos) explicitamente no deseño	12	43	7	41	6	38
	Ten en conta o criterio (grupos) implicitamente no deseño	3	11	5	29	8	50
	Non usa criterio de identificación	13	46	5	29	2	13
C.Vbles.	Ten en conta as 3 variables	0	0	1	6	3	19
	Ten en conta algunha das 3 variables	11	39	8	47	6	38
	Non ten en conta ningunha variable	17	61	8	47	7	44
Repeticións	Considera un número determinado de repeticións	0	0	0	0	0	0
	Considera repeticións pero non indica cantas	1	4	0	0	3	19
	Non considera repeticións das probas	27	96	17	100	13	81

Como se resume na táboa 6, a cal se constrúe a partir da táboa 9 que se pode ver no anexo III na que se indican as categorías na que se encadra cada alumno despois dunha análise exhaustiva das producións escritas, a nivel xeral todo o alumnado participante nesta proba presenta numerosas dificultades no deseño de investigacións, non encontrándose ningún alumno que sexa capaz de propoñer un procedemento que permita resolver a investigación. Respecto ós materiais e compostos, en xeral inclúen todas as sustancias necesarias (leite, hidróxido de sodio e vinagre), pero non inclúen o instrumental que sería necesario para investigar, ou en caso de incluílo, indican so unha pequena parte del e ademais fano empregando unha linguaxe non científica. En canto ó criterio de identificación, en xeral

identifican o problema, aínda que non sempre de forma explícita, sendo esta a dimensión na que se acadan os mellores resultados en todos os cursos. Polo que respecta ó control de variables, en xeral existe un número moi baixo de alumnos que sinalan que é necesario controlar as 3 variables, sendo o máis habitual que non se teña en conta ningunha variable. No que se refire ás repeticións das probas, unha ampla maioría non considera que se deban realizar repeticións das probas, polo que esta é a dimensión para a cal os desempeños do alumnado son os menos axeitados.

Centrándose en 2ºESO, na dimensión procedemento cerca da metade do alumnado non propón un método nin ordenado nin detallado. A outra metade do alumnado si que é ordenado á hora indicar os pasos que se deben seguir para investigar, pero non explican con detalle algúns aspectos importantes como: indicar que se debe usar leite en bo estado ou que se debe descartar a auga osixenada. Hai que destacar que algún alumnado si que detalla algún destes aspectos, pero ningún deles o fai de forma completa. Un exemplo disto é o que propón A25 que indica: “... iría al laboratorio y cogería la leche que está mala y comprobarla con leche buena, luego cogería la leche buena y la echaría en botes y le hecharía productos y esperaría...”. Como consecuencia disto, e de que ademais os seus desempeños nas outras dimensións tampouco son precisos de todo, os seus deseños non permiten resolver a investigación. Ademais hai que salientar que máis da metade do alumnado, tanto o que é ordenado, como o que non o é, propón métodos de investigación que non gardan relación co problema a investigar ou non propón ningunha acción (aínda que o número de alumnos que non propón ningunha acción é moi baixo). Exemplo disto é A3 que indica: “1. Ir ó laboratorio; 2. Coller un cazo e poñelo nunha vitrocerámica; 3. Votar o leite e ferverlo para que se poña líquido e se volva a poder beber”; ou A10 que indica: “O primeiro que faría sería facer unha destilación para separar os dous líquidos miscibles ou facer unha decantación...”. Respecto á dimensión materiais e compostos, máis da metade do alumnado inclúe todas as sustancias necesarias, aínda que nalgún caso máis das necesarias, xa que por exemplo non se soe descartar a auga osixenada. En canto ó instrumental non se soe incluír, e cando se fai so se indica parte del e ademais normalmente cunha terminoloxía non científica coma por exemplo: “botes”, “recipientes” ou “vasos” en lugar de vasos de precipitados, ou “pegatina” en lugar de etiqueta. Noutros casos tamén se inclúe algún material que non é preciso neste caso coma por exemplo “microscopio”, “colador”, “vitrocerámica”, “cazo”, etc. No que se refire ó criterio de identificación máis da metade considérao, e ademais case todos

de forma explícita expresando que identificarán o problema “*cando solidifique*” ou “*cando aparezan grumos*”. Por este motivo esta dimensión é na que mellores desempeños se rexistran, aínda que existe un número elevado de alumnos (13) que non o consideran. Respecto ó control de variables, a maioría non ten en conta ningunha variable e ningún dos alumnos considera as 3 variables. No que respecta ás repeticións, unha ampla maioría non considera repeticións das probas. Polo tanto nestas dúas últimas dimensións son nas que peores desempeños se encontran.

Respecto a 3ºESO, a nivel procedementa l cerca da metade do alumnado non propón un método nin ordenado nin detallado. A outra metade do alumnado si que é ordenado á hora indicar os pasos que se deben seguir para investigar, pero non explican con detalle algúns aspectos importantes, e como consecuencia disto os seus deseños non permiten resolver a investigación. Exemplo disto último é A44 que sinala que “*...collería un pouco leite normal e botarialle NaOH e esperaría 2 horas para saber que reacción ten. Logo faría o mesmo co vinagre, e no que se fagan grumos, ese será o produto que se botou. A auga osixenada non pode ser...*”. Descarta a auga osixenada e considera usar leite en bo estado, pero faltan moitos detalles como (instrumental, cantidades a usar, etc.). En comparación con 2ºESO, neste caso existe unha porcentaxe máis baixa de alumnado, que propón métodos de investigación que non gardan relación co problema a investigar, ou que non propón ningunha acción. En canto á dimensión materiais e compostos, máis da metade do alumnado inclúe todas as sustancias necesarias, aínda que nalgún caso máis das que precisarían, xa que por exemplo non se soe descartar a auga osixenada. Exemplo disto é A35 que indica: “*Probando, coller 3 vasos con leite e en cada un botarlle un produto diferente, o que produza o mesmo efecto será o produto*”. Respecto ó instrumental non se soe incluír, e cando se fai, como se pode ver no exemplo anterior, so se indica parte del e ademais cunha terminoloxía non científica. No que se refire ó criterio de identificación máis da metade considérao, e ademais case todos de forma explícita, aínda que nalgún caso se fai de forma implícita coma no caso de A35 “*...o que produza o mesmo efecto...*”; debido a isto é o que mellor fan, sendo ademais o número de alumnos que non o consideran bastante baixo (5). En canto ás variables máis da metade ten en conta algunha variable, aínda que o número de alumnos que considera as 3 variables é moi baixo (1). Exemplo disto é A31 que solo considera a variable tempo “*Engadiríalle a 3 vasos leite, a cada vaso un pouco de cada líquido da botella e despois de 2 horas vería a reacción*

dos 3 vasos...”. No que respecta ás repeticións, ningún considera repeticións das probas, polo que esta dimensión é na que peores desempeños se identifican.

En canto a 4ºESO, na dimensión procedemento máis da metade do alumnado non propón un método nin ordenado nin detallado. O resto do alumnado si que é ordenado á hora de indicar os pasos que se deben seguir para investigar, pero ó igual que nos outros cursos non explican con detalle algúns aspectos importantes, e como consecuencia os seus deseños non permiten resolver a investigación. En comparación con 2ºESO, neste caso existe unha porcentaxe máis baixa de alumnado, que propón métodos de investigación que non gardan relación co problema a investigar, ou que non propón ningunha acción. En canto á dimensión materiais e compostos, máis da metade do alumnado inclúe todas as sustancias necesarias, aínda que nalgún caso máis das que precisarían, xa que por exemplo non se soe descartar a auga osixenada. Respecto ó instrumental non se soe incluír, e cando se fai, so se indica parte del e ademais normalmente cunha terminoloxía non científica de forma similar ó que ocorría nos outros cursos. O que mellor desempeña esta dimensión é A54 que indica: “*Collería 2 vasos de leite e botaría nun deles un pouco de hidróxido de sodio e no outro ácido acético...*”. No que se refire ó criterio de identificación a maioría considéao, aínda que case todos de forma implícita, polo cal esta dimensión e a anterior son nas mellores resultados se acadan. En canto ó control de variables, máis da metade ten en conta algunha variable, aínda que o número de alumnos que consideran as 3 variables é moi baixo (3). Un destes alumnos é A49 que indica: “*1. Colleríamos 3 vasos de leite; 2. A cada un engadiríase a cantidade equivalente de cada un dos produtos; 3. Esperaríamos un tempo a ver que sucede; 4. Cando o tempo necesario pasase, observaríamos o vaso no que se produciu a mesma reacción; 5. Tamén o faríamos con outras temperaturas e tempos.*”. No que respecta ás repeticións, a maioría non considera repeticións das probas, e no caso de consideralas non se indica cantas, coma no caso de A49. Por este motivo, ó igual que nos outros cursos esta dimensión é na que peores desempeños se atopan.

Comparando os resultados por cursos, na dimensión procedemento en ningún dos cursos se especifica un nivel de detalle suficiente que permita resolver a investigación. Tanto en 2ºESO como en 3ºESO máis da metade do alumnado participante é ordenado, pero en 2ºESO existe un elevado número de alumnos (19), que propoñen métodos que non gardan relación co problema a investigar ou que non propoñen ningunha acción. En 4ºESO a maioría son desordenados e non detallan os métodos. Polo tanto, nesta dimensión o alumnado de

3ºESO é o que mellores desempeños presenta, aínda que non son moi bos. Na dimensión materiais e compostos, o curso que presenta mellores desempeños é o de 4ºESO, posto que é no que existe unha maior porcentaxe de alumnos que inclúen todas as sustancias necesarias, aínda que no que se refire ó instrumental, ó igual que nos outros cursos os desempeños soen ser bastante pobres, posto que en ningún caso se inclúe todo o material necesario. Respecto ó criterio de identificación, esta é a dimensión na que mellores resultados se acadan en todos os cursos, aínda que en 3º e 4ºESO os resultados son mellores que en 2ºESO, posto que neses dous cursos a porcentaxe de alumnos que non usa criterio de identificación é máis baixa que en 2ºESO (46%). Na dimensión control de variables os resultados non son moi satisfactorios en ningún curso, posto que aínda que os mellores desempeños se identifican en 4ºESO, a porcentaxe de alumnos que ten en conta as 3 variables é moi baixa (19%), e ademais existe cerca dun 50% dos alumnos que non teñen en conta ningunha variable, ó igual que en 3ºESO. En 2ºESO é onde peores resultados se atopan xa que a maioría non ten en conta ningunha variable. Na dimensión repeticións é na que peores desempeños existen en todos os cursos, xa que en todos eles a maioría do alumnado (>80%) non considera repeticións das probas.

4.1.2. Deseños do alumnado facendo uso da guía de apoio

Os desempeños do alumnado nos tres cursos de ESO relativos ao deseño da investigación empregando unhas cuestións guía a modo de orientación para propoñer como investigar o problema ocorrido, resúmense na táboa 7.

Táboa 7. Desempeños relativos ao deseño de investigacións con guía de apoio. Lenda:

f=frecuencia, N=Número de alumnos, %=Porcentaxe, ID=Identificación do problema,

Criterio ID=Criterio de Identificación, C.Vbles=Control de Variables.

Dimensión	CATEGORÍA	2ºESO (N=28)		3ºESO (N=17)		4ºESO (N=16)	
		f	%	f	%	f	%
ID.	Identifica o problema e sabe o que se debe investigar	15	54	11	65	10	63
	Identificación pouco precisa	12	43	5	29	5	31
	Non identifica o problema nin sabe o que se debe investigar	1	4	1	6	1	6
Hipóteses	Propón hipóteses que facilitan a investigación	1	4	1	6	3	19
	Propón algunhas ideas que facilitan a investigación	7	25	7	41	5	31
	Non propón hipóteses que facilitan a investigación	20	71	9	53	8	50

Táboa 7. Desempeños relativos ao deseño de investigacións con guía de apoio. Lenda: f=frecuencia, N=Número de alumnos, %=Porcentaxe, ID=Identificación do problema, Criterio ID=Criterio de Identificación, C.Vbles=Control de Variables (continuación).

Dimensión	CATEGORÍA	2ºESO (N=28)		3ºESO (N=17)		4ºESO (N=16)	
		f	%	f	%	f	%
Procedemento	Está ordenado, pero non detallado polo que non permite resolver a investigación	16	57	13	76	9	56
	Non está nin ordenado nin detallado polo que non permite resolver a investigación	12	43	4	24	7	44
	Non garda relación co problema a investigar ou non propón ningunha acción	12	43	3	18	3	19
Materiais e Compostos	Inclúe todas as sustancias necesarias, incluíndo parte do instrumental necesario	18	64	12	71	13	81
	Inclúe todas as sustancias necesarias, non incluíndo ningún do instrumental necesario	5	18	3	18	2	13
	Non inclúe todas as sustancias necesarias, e non inclúe ou engade parte do instrumental necesario.	5	18	2	12	1	6
Criterio ID.	Ten en conta o criterio (grupos-sólido) explicitamente no deseño	23	82	15	88	13	81
	Ten en conta o criterio (grupos-sólido) implicitamente no deseño	3	11	1	6	3	19
	Non usa criterio de identificación	2	7	1	6	0	0
C. Vbles.	Ten en conta as 3 variables	2	7	7	41	8	50
	Ten en conta algunha das 3 variables	12	43	8	47	7	44
	Non ten en conta ningunha variable	14	50	2	12	1	6
Repeticións	Considera un número determinado de repeticións	0	0	0	0	0	0
	Considera repeticións pero non indica cantas	3	11	3	18	3	19
	Non considera repeticións das probas	25	89	14	82	13	81
Guión	Axúdalle moito a mellorar o seu deseño	7	25	12	71	11	69
	Axúdalle a mellorar un pouco	10	36	2	12	3	19
	Non lle axuda case nada ou líao máis	11	39	3	18	2	13

Como se pode ver na táboa 7, a cal se constrúe a partir da táboa 10 que se pode ver no anexo III na que se indican as categorías na que se encadra cada alumno despois dunha análise exhaustiva das producións escritas, a nivel xeral o alumnado participante, como se pode ver na última dimensión (*Guión*), mellora os seus deseños de investigación, especialmente en 3º e 4ºESO, o que indica que a orientación axuda a mellorar os seus deseños. Con respecto á dimensión identificación, máis da metade do alumnado en todos os cursos identifica o problema e sabe o que se debe investigar, afectando isto de forma moi positiva noutras dimensións, e en especial no criterio de identificación que xa na primeira parte da investigación (sen apoio), resultou ser a dimensión na que mellores desempeños se rexistraron. Considérase que esta pregunta é a causante de que nesta segunda parte da investigación unha ampla maioría do alumnado teña en conta o criterio de identificación, e ademais dunha forma explícita. Como consecuencia, estas dúas dimensións son nas que mellores desempeños se atopan. En canto a dimensión procedemento, nesta segunda parte tamén se produce unha mellora considerable dos desempeños, atopándose que as súas propostas de investigación están máis ordenadas, e aínda que segue faltando especificar con un maior nivel de detalle moitos aspectos para poder resolver a investigación, nunha ampla maioría dos casos os procedementos propostos aparecen moito máis detallados. Ademais tamén se produce un descenso considerable de alumnado que propón métodos de investigación que non gardan relación co problema a investigar ou que non propón ningunha acción (sendo moi baixo o número de alumnos que non propoñen ningunha acción). No que se refire ós materiais e compostos, tamén se produce unha mellora nos desempeños respecto á primeira parte da proba, posto que aumenta de forma considerable o número de alumnos que inclúen todas as sustancias necesarias, e aínda que se segue sen incluír todo o instrumental necesario, na maioría dos casos propoñen empregar máis materiais e ademais empregan unha terminoloxía máis científica. Polo que respecta ó control de variables, tamén ten lugar unha mellora nesta parte, posto que se reduce o número de alumnos que non ten en conta ningunha variable e aumenta de forma substancial o número de alumnos que sinalan que é necesario controlar as 3 variables. A outra nova dimensión é hipóteses, na cal os desempeños son pouco axeitados posto que máis da metade do alumnado non é capaz de propoñer hipóteses que faciliten a investigación. No que se refire ás repeticións, ó igual que na primeira parte esta é a dimensión para a cal os desempeños do alumnado son os menos axeitados, e aínda que hai

unha pequena mellora, segue existindo unha ampla maioría de alumnado que non considera repeticións das probas.

Respecto a 2ºESO, na dimensión guión obsérvase que esta segunda parte axuda a mellorar o deseño de máis da metade dos alumnos, aínda que a un número importante (10) axúdalles pouco, e a outros tantos apenas lles axuda ou líaos máis. Na dimensión identificación, máis da metade do alumnado identifica o problema e sabe o que hai que investigar, pero cerca da metade fan unha identificación pouco precisa. Considérase que esta dimensión favorece á dimensión criterio de identificación, xa que se explicita o problema no procedemento ou noutras preguntas, ou senón cando menos na resposta a esta primeira cuestión. Un exemplo disto é o que indica A19 que responde a pregunta da seguinte forma: *“Produciuse que un traballador engadiu un produto químico ó leite. Que o produto químico produciu que o leite se volvea sólido”*, e que no procedemento non menciona o criterio de identificación. Noutros casos esta pregunta axuda a amosar unha identificación máis clara como no caso de A11 que contesta nesta primeira pregunta: *“Que a leite solidificouse, producindo grumos”*. No que se refire ás hipóteses os desempeños non son moi axeitados posto que unha ampla maioría non propón hipóteses que facilitan a investigación. Un exemplo disto é A14 que contesta a segunda pregunta: *“Porque reaccionaron os produtos”*. En canto ó procedemento prodúcese unha mellora respecto á primeira parte posto que existe un pequeno aumento de alumnos que fan un deseño máis ordenado e mellor detallado. Exemplo disto é A16 que na primeira parte indicaba: *“Primeiro iría ó laboratorio e analizaría o produto, penso que facendo unha filtración, é dicir separar os líquidos dos grumos, e intentar analizar o líquido e os grumos”*, mentres que na segunda parte sinala: *“Collería 3 vasos de precipitados, botaría un pouco de leite en cada un, e a cada un poñeríalle unha etiqueta co nome da sustancia que vou engadir. Logo ir engadindo en cada vaso correspondente, o vinagre, a auga oxixenada, e o hidróxido de sodio. Entón meteríalos na neveira e esperaría un par de horas. Despois comprobar en que vaso aparecen os grumos”*. Este é un claro exemplo tamén de que o guión axuda a mellorar o deseño de investigación. Ademais tamén se produce un descenso considerable de alumnos (7) que propoñen métodos de investigación que non gardan relación co problema a investigar ou que non propoñen ningunha acción. A16 sería un exemplo disto, xa que na primeira parte describe un método que non lle permitiría descubrir o ocorrido, e no segundo caso xa propón un método moito máis axeitado á investigación. A pesar de todo isto sería necesario que todos os alumnos expresasen un maior nivel de detalle

nas distintas operacións que indican co fin de que fose posible resolver a investigación. Polo que respecta ós materiais e compostos tamén se produce unha mellora nos desempeños posto que aumenta o número de alumnos (7) que inclúen todas as sustancias necesarias incluíndo parte do instrumental necesario, e ademais disto na maioría dos casos, incluso nos que xa incluían instrumental na primeira parte, propoñen usar máis materiais empregando unha terminoloxía máis científica. Novamente A16 volve a ser un claro exemplo disto. En canto ó control de variables, tamén ten lugar unha mellora nesta parte, posto que se reduce o número de alumnos que non ten en conta ningunha variable, e aumenta o número de alumnos que ten en conta algunha variable, aínda que o número de alumnos que considera as 3 variables segue sendo moi baixo (2). O exemplo de A16 serve para ilustrar esta mellora. No que se refire ás repeticións, ó igual que na primeira parte esta é a dimensión para a cal os desempeños do alumnado son os menos axeitados, e aínda que hai unha pequena mellora, segue existindo unha ampla maioría de alumnado que non considera repeticións das probas. Aínda que a cuarta pregunta do guión estaba pensaba para que expuxesen que era necesario realizar repeticións das probas, moi poucos (3) foron quen de indicar que era necesario repetir as probas, non indicándose en ningún caso un número determinado de repeticións. Exemplo disto é A2 que responde desta forma á pregunta 4: *“Realizando diferentes probas. Cando se averigua o que provovou a solidificación da leite”*.

Centrándose en 3ºESO, na dimensión guión obsérvase que esta segunda parte axuda a mellorar o deseño á maioría do alumnado (14). Na dimensión identificación unha gran parte do alumnado (11) identifica o problema e sabe o que se debe investigar. Ó igual que en 2ºESO considérase que a resposta a esta pregunta favorece á dimensión criterio de identificación, xa que unha ampla maioría ten en conta o criterio e ademais de forma explícita, destacándoo ben na primeira pregunta ou senón nas outras preguntas propostas. No que se refire ás hipóteses os desempeños non son moi axeitados posto que máis da metade do alumnado non propón hipóteses que facilitan a investigación, aínda que se propoñen máis ideas que facilitan a investigación que en 2ºESO. Un exemplo disto é A29 que contesta a segunda pregunta desta forma: *“O traballador colleu a botella que lle parecía a correcta das 3, pero non colleu a auga osixenada por un mal almacenamento das botellas”*. En canto ó procedemento prodúcese unha mellora respecto á primeira parte posto que aumenta o número de alumnos que fan un deseño máis ordenado e mellor detallado. Exemplo disto é A35 que na primeira parte indica: *“Probando, coller 3 vasos con leite e en cada un botarlle un produto diferente, o*

que produzca o mesmo efecto será o produto.”, mentres que na segunda parte sinala: “*1- Colle 3 vasos de precipitados e botarlle a mesma cantidade de leite aos 3 vasos. 2-Poñelos a unha temperatura duns 4°C na nevera. 3- A cada vaso poñerlles unha etiqueta, un con (NaOH), outro con(H₂O₂) e outro con (vinagre). 4- Botarlles a cada un un produto diferente, pero a mesma cantidade. 5- Esperar 2 horas. 6- O que teña o leite sólido (grumos) será o do produto.”*. Este é un claro exemplo tamén de que o guión axuda a mellorar o deseño de investigación. Ademais tamén se produce un descenso no número de alumnos que propoñen métodos de investigación que non gardan relación co problema a investigar ou que non propoñen ningunha acción. A pesar de todo isto sería necesario que todos os alumnos expresasen un maior nivel de detalle nas distintas operacións que mencionan, co fin de que fose posible resolver a investigación. Polo que respecta ós materiais e compostos, tamén se produce unha mellora nos desempeños posto que aumenta o número de alumnos (7) que inclúen todas as sustancias necesarias incluíndo parte do instrumental necesario, e ademais disto na maioría dos casos, incluso nos que xa incluían instrumental na primeira parte, propoñen usar máis materiais empregando unha terminoloxía máis científica. Exemplo disto é A40 que na primeira parte non incluía ningún material e neste caso destaca aspectos como: “*...verter leite no vaso de precipitados, ...metelo na nevera...*”. En canto ó control de variables, tamén ten lugar unha mellora nesta parte, posto que se reduce o número de alumnos que non ten en conta ningunha variable, e aumenta de forma considerable o número de alumnos (6) que ten en conta as 3 variables. O exemplo de A35 serve para ilustrar esta mellora. No que se refire ás repeticións, ó igual que na primeira parte esta é a dimensión para a cal os desempeños do alumnado son os menos axeitados, e aínda que hai unha pequena mellora, segue existindo unha ampla maioría de alumnado que non considera repeticións das probas. A cuarta pregunta do guión estaba pensada para que expuxesen que era necesario realizar repeticións das probas, pero a pesar disto solo 3 alumnos foron quen de indicar que era necesario repetir as probas, aínda que non indicaron en ningún caso un número determinado de repeticións. Exemplo disto é A40 que respondeu desta forma a pregunta 4: “*...cando pase o tempo sacalo e mirar si se produciu esa reacción, se iso fose así remataría a investigación do produto. En caso de que non o fose repetiría o mesmo proceso co resto das botellas.”*”.

En canto a 4ºESO na dimensión guión obsérvase que esta segunda parte axuda a mellorar o deseño a unha ampla maioría do alumnado (14). Na dimensión identificación unha

gran parte do alumnado (10) identifica o problema e sabe o que se debe investigar. Ó igual que en 2 e 3ºESO considérase que a resposta a esta pregunta favorece á dimensión criterio de identificación, xa que todos os alumnos consideran o criterio e ademais a maioría faino de forma explícita, destacándoo ben na primeira pregunta ou senón nas outras preguntas propostas. No que se refire ás hipóteses os desempeños non son moi axeitados posto que a metade do alumnado non propón hipóteses que facilitan a investigación, aínda que se propoñen algunhas ideas máis que en 2ºESO que facilitan a investigación. En canto ó procedemento prodúcese unha mellora considerable respecto á primeira parte posto que aumenta o número de alumnos que fan un deseño máis ordenado e mellor detallado, e ademais prodúcese un descenso no número de alumnos que propoñen métodos de investigación que non gardan relación co problema a investigar ou que non propoñen ningunha acción. Exemplo disto é A47 que na primeira parte indica: *“Analizar o composto no laboratorio, para saber, a partir do leite o que se lle bota para derivar no produto resultante. Penso que se lle botou hidróxido de sodio.”*; mentres que na segunda parte sinala: *“Probar vertendo no vaso de precipitados o leite, e cunha pipeta probas a botar o vinagre (medido) no vaso, e por último introduciilo na neveira. Se o resultado non foi o esperado, probaremos subindo ou baixando a cantidade, a temperatura e o tempo, e senón probaremos con outros produtos (hidróxido de sodio). Coas etiquetas, poñémolas no vaso de precipitados para identificar o produto probando, aínda que xa se podía poñer ó principio nas botellas as etiquetas.”*. Este é un claro exemplo tamén de que o guión axuda a mellorar o deseño de investigación. A pesar de todo isto sería necesario que todos os alumnos expresasen un maior nivel de detalle nas distintas operacións que mencionan, co fin de que fose posible resolver a investigación. Polo que respecta ós materiais e compostos, tamén se produce unha mellora nos desempeños posto que aumenta o número de alumnos (8) que inclúen todas as sustancias necesarias incluíndo parte do instrumental necesario, e ademais disto na maioría dos casos, incluso nos que xa incluían instrumental na primeira parte, propoñen usar máis materiais empregando unha terminoloxía máis científica. Novamente A47 volve a ser un claro exemplo disto. En canto ó control de variables, tamén ten lugar unha mellora nesta parte, posto que se reduce o número de alumnos que non ten en conta ningunha variable, e aumenta de forma considerable o número de alumnos (5) que ten en conta as 3 variables. O exemplo de A47 serve para ilustrar esta mellora. No que se refire ás repeticións, ó igual que na primeira parte esta é a dimensión para a cal os desempeños do alumnado son os menos axeitados, non

producíndose ningunha mellora nesta dimensión, polo que a pregunta 4 do guión non permitiu mellorar esta dimensión, aínda que si permitiu mellorar outras dimensións como o criterio de identificación.

Comparando os resultados por cursos, na dimensión guión débese destacar que en todos os niveis o apoio educativo axuda a mellorar os seus deseños, especialmente en 3º e 4ºESO, onde a unha ampla maioría do alumnado ($\approx 70\%$) axúdalles a melloralos moito, mentres que en 2ºESO axúdalles a melloralo moito a un 25%. No que respecta á dimensión identificación os desempeños son moi axeitados, xa que en todos os cursos máis da metade do alumnado identifica o problema e sabe o que se debe investigar. Neste caso na categoría mencionada, tanto en 3º como en 4ºESO acádanse resultados similares ($\approx 63\%$ do alumnado) e superiores a 2ºESO (54% do alumnado). Todo isto provoca que en todos os cursos exista unha ampla maioría de alumnado ($> 80\%$) que na dimensión criterio de identificación teñan en conta o criterio de forma explícita, resultando ser en todos os casos esta dimensión a máis axeitada nesta segunda proba. No que se refire ás hipóteses os desempeños non son moi axeitados en ningún dos cursos, xa que cando menos a metade do alumnado en todos os casos non propón hipóteses que facilitan a investigación, acadándose os mellores resultados en 4ºESO, posto que a metade do alumnado propón hipóteses ou algunhas ideas que facilitan a investigación. En canto ó procedemento aínda que se produce unha mellora considerable respecto á primeira parte en todos os cursos, en ningún caso o nivel de detalle é suficiente para resolver a investigación. Nesta dimensión o alumnado de 3ºESO é o que mellores desempeños presenta, porque un 76% é ordenado (aínda que non detalla o suficiente), mentres que a porcentaxe de alumnos ordenados en 2º e 4ºESO é respectivamente igual ó 57 e 56%. Na dimensión materiais e compostos, unha ampla maioría do alumnado inclúe todas as sustancias necesarias, acadándose os mellores desempeños en 4ºESO, aínda que no que se refire ó instrumental, ó igual que nos outros cursos, os desempeños soen ser bastante pobres, posto que en ningún caso se inclúe todo o material necesario. Na dimensión control de variables os mellores resultados tamén se identifican en 4ºESO onde a metade do alumnado ten en conta as 3 variables, e o resto, salvo un alumno, teñen en conta algunha das 3 variables. Os desempeños menos axeitados nesta dimensión son en 2ºESO porque so un 7% dos alumnos teñen en conta as 3 variables, mentres que en 3ºESO as teñen en conta un 41% dos alumnos. Na dimensión repeticións é na que peores desempeños existen en todos os cursos, xa que en todos eles a maioría do alumnado ($>80\%$) non considera repeticións das probas.

4.2. Análise dos desempeños do alumnado relativos á avaliación de investigacións

Neste apartado examínanse os desempeños do alumnado na avaliación de investigacións. Ó igual que no deseño de investigacións os resultados represéntanse en termos de frecuencia e porcentaxe polo mesmo motivo que o indicado no punto 4.1. Para analizar os resultados seguiuuse o modelo de referencia representado no punto 3.3.2., determinando os desempeños de cada alumno segundo a rúbrica establecida no punto 3.5.3. Desta forma obtivéronse os desempeños do alumnado nos tres cursos de ESO relativos á avaliación de investigacións. Os resultados finais resúmense na táboa 8 e coméntase a continuación.

Táboa 8. Desempeños relativos á avaliación de investigacións. Lenda: f=frecuencia, N=Número de alumnos, %=Porcentaxe, a=Selección, b=Xustificación, c=Modificación.

Pregunta	Dimensión	CATEGORÍA	2ºESO (N=28)		3ºESO (N=17)		4ºESO (N=16)	
			f	%	f	%	f	%
1	a	Selecciona a resposta correcta	28	100	17	100	16	100
		Non selecciona a resposta correcta	0	0	0	0	0	0
	b	Xustifica empregando algúns datos facilitados	20	71	14	82	15	94
		Xustifica en base a outras consideracións	7	25	3	18	1	6
		Non xustifica	1	4	0	0	0	0
	c	Modifica a opción incorrecta coa información adecuada	4	14	1	6	1	6
		Modifica a opción incorrecta de forma parcial	17	61	12	71	11	69
		Non modifica ou modifica inadecuadamente	7	25	4	24	4	25
2	a	Selecciona a resposta correcta	27	96	17	100	16	100
		Non selecciona a resposta correcta	1	4	0	0	0	0
	b	Xustifica empregando algúns datos facilitados	21	75	14	82	14	88
		Xustifica en base a outras consideracións	4	14	3	18	1	6
		Non xustifica	3	11	0	0	1	6
	c	Modifica a opción incorrecta coa información adecuada	5	18	0	0	3	19
		Modifica a opción incorrecta de forma parcial	18	64	14	82	9	56
		Non modifica ou modifica inadecuadamente	5	18	3	18	4	25

Táboa 8. Desempeños relativos á avaliación de investigacións. Lenda: f=frecuencia, N=Número de alumnos, %=Porcentaxe, a=Selección, b=Xustificación, c=Modificación (continuación).

Pregunta	Dimensión	CATEGORÍA	2ºESO (N=28)		3ºESO (N=17)		4ºESO (N=16)	
			f	%	f	%	f	%
3	a	Selecciona a resposta correcta	20	71	14	82	16	100
		Non selecciona a resposta correcta	8	29	3	18	0	0
	b	Xustifica empregando algúns datos facilitados	14	50	15	88	15	94
		Xustifica en base a outras consideracións	11	39	2	12	1	6
		Non xustifica	3	11	0	0	0	0
	c	Modifica a opción incorrecta coa información adecuada	0	0	0	0	1	6
		Modifica a opción incorrecta de forma parcial	14	50	12	71	14	88
		Non modifica ou modifica inadecuadamente	14	50	5	29	1	6
4	a	Selecciona a resposta correcta	14	50	13	76	14	88
		Non selecciona a resposta correcta	14	50	4	24	2	13
	b	Xustifica empregando algúns datos facilitados	11	39	13	76	14	88
		Xustifica en base a outras consideracións	10	36	4	24	1	6
		Non xustifica	7	25	0	0	1	6
	c	Modifica a opción incorrecta coa información adecuada	2	7	1	6	0	0
		Modifica a opción incorrecta de forma parcial	5	18	10	59	12	75
		Non modifica ou modifica inadecuadamente	21	75	6	35	4	25

Como se resume na táboa 8, a cal se constrúe a partir da táboa 11 que se pode ver no anexo III e na cal se indican as categorías na que se encadra cada alumno despois dunha análise exhaustiva das producións escritas, a nivel xeral todo o alumnado participante nesta proba presenta numerosas dificultades na avaliación de investigacións. A pesar de que se rexistran uns bos desempeños na dimensión selección en todas as preguntas e cursos, na dimensión xustificación e modificación, que son as partes máis estritamente relacionadas coa avaliación, non se identifican uns desempeños tan axeitados. Na dimensión xustificación, non se pode crear unha categoría que sexa “*Xustifica empregando todos os datos proporcionados*”, posto que non se detectou ningún alumno que xustificase de forma ideal, é dicir, que propuxera unha xustificación na cal se tiveran en conta toda a información que debería. Desta forma, a pesar de que en xeral unha ampla maioría do alumnado se encontra na categoría máis positiva creada para esta dimensión en cada pregunta, non se pode determinar que os

desempeños son axeitados, senón que máis ben son máis ou menos axeitados, xa que aínda que se empregan datos para xustificar, empréganse algúns e non todos os que se deberían. No que se refire á dimensión modificación, é na que se rexistran os desempeños menos axeitados, posto que a maioría do alumnado en todos os cursos non modifica a opción incorrecta coa información adecuada.

Centrándose en 2ºESO, na dimensión selección é na que se identifican os desempeños máis axeitados posto que unha ampla maioría do alumnado selecciona a resposta correcta nas tres primeiras preguntas. Na pregunta 4 solo a metade do alumnado é quen de seleccionala de forma correcta. Respecto á dimensión xustificación os desempeños son máis ou menos axeitados nas dúas primeiras preguntas posto que unha ampla maioría xustifica empregando algúns dos datos proporcionados. Exemplo disto é A13 que na Pregunta 1.1. responde: *“La respuesta A, porque no tiene que ver la cantidad, si no, el producto que se le puso a la leche”*. En cambio na pregunta 3 e 4 os desempeños non son tan axeitados posto que cando menos a metade do alumnado xustifica en base a outras consideracións ou non xustifica. Exemplo disto é A5 que na pregunta 3.1. responde: *“B, porque me parece mellor práctica e máis sencillo”*. En canto á dimensión modificación é na que peores desempeños se rexistran posto que en todas as preguntas propostas moi poucos alumnos (como máximo 4) modifican a opción incorrecta coa información adecuada. Un exemplo é A10 que modifica a opción incorrecta coa información adecuada na pregunta 2.2. da seguinte forma: *“A parte de que os produtos químicos estiveran en mal estado, o traballador tiña que axudar a conservar o leite. A parte de non tiña porque facelo debería ser eliminada. Tamén tería que descartar a auga oxigenada, que non provoca tales efectos.”*. A maioría modifica de forma parcial, como A12 na pregunta 4.2. que indica: *“Que se non é ningún dos 2 produtos non che explica que facer”*, ou non modifica ou faino inadecuadamente coma A1 na pregunta 3.2. que responde: *“Debería cambiar o que teñen escrito as etiquetas poñendo o nome dos produtos”*.

Respecto a 3ºESO, na dimensión selección é na que se identifican os desempeños máis axeitados posto que unha ampla maioría do alumnado selecciona a resposta correcta nas 4 preguntas. Respecto á dimensión xustificación os desempeños son máis ou menos adecuados en todas as preguntas, posto que unha ampla maioría xustifica empregando algúns dos datos proporcionados. Exemplo disto é A34 que na Pregunta 2.1. responde: *“A resposta B, porque na A inclúe a auga oxigenada e esta opción non é posible, pois se botara auga oxigenada non ocurriría o que pasou”*. En canto á dimensión modificación é na que peores desempeños se

rexistran posto que en todas as preguntas propostas moi poucos alumnos (como máximo 1) modifican a opción incorrecta coa información adecuada. A maioría modifica de forma parcial, como A40 na pregunta 3.2. que indica: “*Faltaría metelo na nevera e esperar o tempo preciso e despois comprobar cal ten grumos.*”. Ademais disto tamén existe unha porcentaxe de entorno ó 25% de alumnado que en cada pregunta non modifica ou faino inadecuadamente.

En canto a 4ºESO, na dimensión selección é na que se identifican os desempeños máis adecuados posto que unha ampla maioría do alumnado selecciona a resposta correcta nas 4 preguntas. Respecto á dimensión xustificación os desempeños son máis ou menos axeitados en todas as preguntas posto que unha ampla maioría xustifica empregando algúns dos datos proporcionados. Exemplo disto é A53 que na Pregunta 3.1. responde: “*A resposta A, porque está máis completa, pon datos como os grados de temperatura e o tempo de espera para a reacción*”. En canto á dimensión modificación é na que peores desempeños se rexistran posto que en todas as preguntas propostas moi poucos alumnos (como máximo 3) modifican a opción incorrecta coa información adecuada. A maioría modifica de forma parcial, como A49 na pregunta 1.2. que indica: “*O traballador engadiu a cantidade correcta do produto equivocado.*”. Ademais disto tamén existe unha porcentaxe de entorno ó 25% de alumnado que en cada pregunta non modifica ou faino inadecuadamente.

Comparando os resultados por cursos, pódese dicir que na dimensión selección é na que mellores desempeños se rexistran xa que se acadan uns resultados moi positivos en todos os niveis educativos, posto que a maioría do alumnado selecciona a resposta correcta. Aínda que en todos os cursos os desempeños son axeitados, os mellores resultados identifícanse en 4ºESO, dado que en todas as preguntas existe unha maior porcentaxe de alumnos que se atopan na categoría selecciona correctamente (> 87% en todas as preguntas), mentres que 2ºESO é no que peores resultados se conseguen, especialmente na pregunta 4 (50% do alumnado selecciona a correcta). Na dimensión xustificación ocorre o mesmo, xa que en 4º e 2ºESO é onde existe unha maior e menor porcentaxe de alumnos, respectivamente, en todas as preguntas na categoría máis positiva, é dicir, na xustificación empregando algúns dos datos proporcionados. No que se refire á dimensión modificación vólvense a rexistrar os mellores desempeños en 4ºESO na pregunta 2 e 3, e por outro lado, na pregunta 1 e 4 é en 2ºESO onde se identifican os mellores desempeños para esta dimensión, producíndose en 3ºESO os peores resultados en todas as preguntas. A pesar de todo, nesta dimensión é na que peores

desempeños se rexistran en todos os casos, xa que a porcentaxe de alumnos que modifican a opción incorrecta coa información adecuada é moi baixo (< 20%).

Ademais dos resultados que se acaban de comentar, é importante destacar que todas as actividades propostas despertaron un enorme interese en todos os cursos, producíndose unha ampla participación. Dado que non estaban acostumados a realizar tarefas deste tipo ó principio observouse que lles custaba comezar a actividade e que era algo estraño para eles. Exemplo disto son algúns destes comentarios: “*Pero podo escribir o que queira?*”, “*Queres que che diga que produto foi o causante do problema? Non entendo o que queres que faga.*”. Pero dado que se trataba dunha actividade individual e anónima, e que se insistiu en que todo o que contestaran estaría ben e sería importante para o investigador, isto provocou unha gran participación. Po outra banda tamén espertou un enorme interese e curiosidade. Exemplo disto son algúns destes comentarios: “*Pero de verdade que che pasou iso?*”, “*Cando nos vas contar que produto causou o problema?*”, “*Vas vir algún día máis a facer máis actividades?*”.

En resumo, pódese dicir que en xeral o alumando participante na investigación realizada presenta numerosas dificultades no deseño de investigacións posto que non son quen de propoñer un procedemento que permita resolver a investigación, o cal coincide co indicado por Zimmerman (2000), que sinala que unha das principais dificultades na planificación de investigacións é a proposición de deseños completos e axeitados, xa que os estudantes tenden a proporcionar deseños mal definidos. Outras dificultades que se aprecian no deseño de investigacións é a natureza das variables implicadas, como tamén sinalaron Gott e Dugan (1995), e a inclusión de aspectos familiares que non son relevantes para o deseño de investigacións como tamén indicou Krajcik et al. (1998). Así mesmo como sinala a OECD (2013) na competencia analizada requírese saber que accións deben ser tomadas para que os datos recollidos sexan máis exactos e precisos, aspecto que nesta actividade se conseguiría coa repetición de probas e que neste caso é a dimensión na que peores desempeños se identifican. Respecto ós deseños de investigación facendo uso da guía de orientación, hai que destacar que os seus deseños melloran, o que indica que a axuda prestada polo docente, neste caso a través dun guión de axuda, determina os resultados do proceso tal e como sinalan Caamaño (2012a) e Högstromn et et al. (2010). A pesar desta mellora, sería necesario especificar con máis detalle algúns aspectos para poder resolver a investigación. Esta falta de detalle pode ser debida a que o alumnado non dispón de práctica na planificación de investigacións, posto que tal e como sinala Osborne (2014) rara vez se desenvolven

actividades deste tipo nas aulas. Ademais, tal e como indica a OCDE (2016), para que os desempeños en avaliar e deseñar sexan axeitados, é necesario un coñecemento procedemental e epistémico, e dado que a estrutura dos programas escolares de ciencias en España soe estar dominada polo coñecemento dos contidos, resulta complicado que os alumnos dispoñan desta competencia. No que respecta á avaliación, os desempeños son mellores que no deseño de investigacións, pode que por coñecer a investigación que deben avaliar, posto que tal e como sinalan Crujeiras-Pérez e Jiménez-Aleixandre (2017), a planificación de investigacións está vinculada á competencia de avaliar e deseñar investigacións científicas, polo que a súa familiarización coa planificación pode levar a que os desempeños en avaliar sexan máis adecuados. Nesta mesma dirección apunta Kolodner (2002) que indica que a través da planificación os estudantes aprenden a reflexionar e a refinar o seu razoamento. A pesar de todo disto, como resalta a OECD (2016), dado que o coñecemento procedemental e o epistémico son necesarios para xulgar se foron utilizados os procedementos apropiados para asegurar que as afirmacións están xustificadas, e que en España este coñecemento non está moi desenvolvido, por este motivo obsérvanse dificultades na xustificación das respostas, xa que aínda que unha ampla maioría de alumnos xustifican empregando algúns dos datos proporcionados, as xustificacións necesitarían un maior nivel de detalle para que fosen ideais. Así mesmo, obsérvanse aínda máis dificultades na modificación da opción incorrecta coa información adecuada, dimensión na que se rexistran os desempeños menos axeitados, polo que a pesar de que os desempeños na avaliación son un pouco mellores que no deseño, sería necesario proporcionarlles maiores oportunidades na realización destas tarefas e ademais facer uso de guións de axuda, é dicir, como sinala Artigue et al. (2012), orientar aos estudantes no desenvolvemento das habilidades necesarias para levar a cabo a investigación e comprender o coñecemento científico a través do seu traballo e razoamento. Por último, hai que destacar que se identifica que os desempeños son diferentes nos distintos cursos, sendo en xeral mellores en 4ºESO, quizais porque estas actividades requiren dunha certa demanda cognitiva e en condicións normais o desenvolvemento cognitivo en niveis superiores debe ser máis alto. Isto coincide co sinalado pola OCDE (2016) que afirma que os desempeños dependen de moitos factores, como por exemplo do nivel de construción dos aprendizaxes científicos, que implican distintos desempeños na competencia de avaliar e deseñar investigacións científicas.

5. Conclusións e implicacións educativas

Tal como se sinala no apartado de introdución, o propósito deste estudo é examinar e comparar os desempeños de alumnado de distintos cursos no deseño e avaliación de investigacións, así como estudar a necesidade e utilidade dos apoios educativos na planificación de investigacións, para identificar as principais dificultades do alumnado e as implicacións educativas para o futuro co fin de avanzar no desenvolvemento da competencia científica. Para realizar a análise de resultados elaboráronse unha serie de rúbricas en base ás respostas de referencia establecidas e ás respostas do alumnado aos documentos escritos nas diferentes actividades propostas.

Respecto ós desempeños dos alumnos no deseño de investigacións, despois de analizar os resultados, conclúese que os alumnos teñen numerosas dificultades en todos os cursos no deseño de investigacións xa que non son capaces de propoñer un procedemento de investigación que permita resolver o problema proposto. Aínda que en xeral o alumno é ordenado, e ten en conta numerosos aspectos importantes para a investigación proposta, sería necesario que explicasen cun maior nivel de detalle os pasos que se deben seguir, coma por exemplo incluír todas as sustancias e instrumental necesarios, realizar unha identificación explícita do problema, controlar todas as variables e ter en conta a repetición de probas. En xeral os desempeños nas dimensións analizadas, salvo en criterio de identificación, son pouco axeitados polo que é necesario tomar medidas educativas para mellorar esta situación. No que respecta á comparación por cursos, en xeral identifícanse uns mellores desempeños en 4ºESO, especialmente nas dimensións materiais e compostos, criterio de identificación e control de variables, posto que nas demais dimensións as diferenzas non son tan destacables. Isto é normal posto que as actividades propostas requiren unha demanda cognitiva alta, e dado que en ningún curso están familiarizados con tarefas deste tipo, o normal é que en niveis superiores se rexistren mellores desempeños.

En canto á necesidade e utilidade dos apoios educativos no deseño de investigacións, os resultados anteriores indican que é moi necesario orientar ó alumnado co fin de que melloren os seus desempeños. No que se refire a súa utilidade, os resultados indican que o guión de axuda fai que o alumnado mellore os seus deseños de investigación de forma considerable en todos os cursos, producíndose unha mellora importante dos desempeños en todas as dimensións, salvo na de repeticións, que ó igual que na primeira parte é a dimensión

na cal se identifican os desempeños menos axeitados.

No que se refire ós desempeños dos alumnos na avaliación de investigacións, despois de analizar os resultados, conclúese que os alumnos presentan numerosas dificultades en todos os cursos na avaliación de investigacións, xa que na dimensión xustificación e modificación non se identifican uns desempeños moi axeitados. Aínda así, os desempeños son mellores que no deseño de investigacións en todos os cursos, quizais porque neste caso xa se coñecía a investigación a avaliar. A pesar disto é necesario mellorar esta situación. Neste caso tamén se identifican uns mellores desempeños en 4ºESO, pode que debido a que esta actividade ó igual que a de deseño require unha certa demanda cognitiva, e en condicións normais o desenvolvemento cognitivo en niveis superiores debe ser máis alto.

En base aos resultados deste traballo, como implicacións educativas suxírese que se proporcionen maiores oportunidades ó alumnado para realizar actividades como as deseñadas nesta investigación, posto que é necesario que melloren os seus desempeños en moitas dimensións importantes no deseño e avaliación de investigacións. Considérase que a mellor forma de mellorar é practicando, é dicir, realizando actividades similares ás propostas neste estudo. Ademais, tal e como se observou neste traballo, non so son actividades útiles para desenvolver a competencia científica analizada, senón que tamén son actividades que despertan un amplo interese e curiosidade no alumnado, quizais porque están relacionadas coa vida cotiá ou porque son tarefas diferentes ás habituais e isto sempre soe chamar máis a atención. Por outra banda, é esencial ofrecer guións de axuda neste tipo de actividades xa que axudan a mellorar os desempeños, especialmente mentres o alumnado non está familiarizado con elas, posto que se isto é así, pode que no momento da súa realización non saiban moi ben como desenvolverlas e isto pode provocar frustracións que sexan contraproducentes. Tendo en conta isto, sería moi importante facer unha análise dos desempeños dos estudantes na avaliación de investigacións con guión de axuda. Ademais tamén se suxire que na medida do posible as tarefas de deseño e avaliación se realicen de forma seguida, é dicir, unha despois da outra, xa que a pesar de que parece que son prácticas moi diferentes, este estudo mostra que os deseños de investigacións promoven uns mellores desempeños na avaliación das investigacións.

6. Referencias bibliográficas

- Alvarez, C. e San Fabian, J.L. (2012). La elección del estudio de caso en investigación educativa. *Gazeta de Antropologia*, 28(1), artículo 14. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10481/20644>
- Apedoe, X. e Ford, M. (2010). The empirical attitude, material practices and design activities. *Science Education*, 19, 16-186.
- Artigue, M., Dillon, J., Harlen, W. e Léna, P. (2012). *Learning through inquiry: Background Resources for implementing Inquiry in Science and Mathematics at School*. Recuperado de <http://www.fibonacci-project.eu>
- Binda, N. U. e Balbastre-Benavent, F. (2013). Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. *Revista de Ciencias Económicas*, 31(2), 179-187.
- Caamaño, A. (2012a). La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos. En E. Pedrinaci, A. Caamaño, P. Cañal e A. de Pro (Eds.), *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 127-146). Barcelona: Graó.
- Caamaño, A. (2012b). La elaboración y evaluación de modelos científicos escolares es una forma excelente de aprender sobre la naturaleza de la ciencia. En E. Pedrinaci, A. Caamaño, P. Cañal e A. de Pro (Eds.), *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 105-126). Barcelona: Graó.
- Cañal, P. (2012a). Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. En E. Pedrinaci, A. Caamaño, P. Cañal e A. de Pro (Eds.), *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 217-240). Barcelona: Graó.
- Cañal, P. (2012b). La evaluación de la competencia científica requiere nuevas formas de evaluar los aprendizajes. En E. Pedrinaci, A. Caamaño, P. Cañal e A. de Pro (Eds.), *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 241-268). Barcelona: Graó.
- Cañas, A., Martín-Díaz, M. J. e Nieda, J. (2007). *Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico*. Madrid: Alianza.
- Couso, D. (2011). Las secuencias didácticas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias: modelos para su diseño y validación. En A. Caamaño (Coord.), *Didáctica de la Física y Química* (pp. 57-84). Barcelona: Graó.

- Crujeiras, B. e Jiménez-Aleixandre, M. P. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 63–84.
- Crujeiras-Pérez, B. e Jiménez-Aleixandre, M. P. (2017). High school students' engagement in planning investigations: findings from a longitudinal study in Spain. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1), 99-112.
- Decreto 86/2015, do 25 de xuño, polo que se establece o currículo da educación secundaria obrigatoria e do bacharelato na Comunidade Autónoma de Galicia. *Diario Oficial de Galicia*.. Galicia, 29 de xuño de 2015, núm. 120, pp. 25434-27074.
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: UNESCO-Santillana.
- Etkina, E., Karelina, A., Ruibal-Villasenor, M., Rosengrant, D., Jordan, R. e Hmelo-Silver C. (2010). Design and reflection help students develop scientific abilities: learning in introductory physics laboratories. *Journal of the Learning Sciences*, 19(1), 54–98.
- Girault, I., d’Ham, C., Ney, M., Sánchez, E. e Wajeman, C. (2012). Characterizing the experimental procedure in science laboratories: a preliminary step towards students experimental design. *International Journal of Science Education* 34(6):825–854.
- Gott, R. e Dugan, S. (1995). *Investigative work in the Science curriculum*. Buckingham: Open University Press.
- Högström, P., Ottander, C. e Benckert, S. (2010). Lab work and learning in secondary school chemistry: the importance of teaching and student interaction. *Research in Science Education*, 40, 505–523.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE) (2016). *PISA 2015. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe español*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Jones, M. E., Gott, R. e Jarman, R. (2000). Investigations as part of the key stage 4 science curriculum in Northern Ireland. *Evaluation and Research in Education*, 14(1), 23–37.
- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning by design practices: Lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education* 39(3), 9–40.

- Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M. e Fredricks, J. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3/4), 313–350.
- Kyburz-Graber, R. (2004). Does case-study methodology lack rigour? The need for quality criteria for sound case-study, as illustrated by a recent case in secondary and higher education. *Environmental Education Research*, 10(1), 53-65.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 4 de mayo de 2006, núm. 106, pp. 17158-17207.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 10 de diciembre de 2006, núm. 295, pp. 97858-97921.
- Maykut, P. e Morehouse, R. (1994). *Beginning qualitative research. A philosophic and practical guide*. London: The Falmer Press.
- Neber, H. e Anton M. (2008). Promoting Pre-experimental Activities in High-school Chemistry: focusing on the role of students' epistemic questions. *International Journal of Science Education*, 30(13), 1801–1821.
- OECD (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Paris: OECD Publications.
- OECD (2003a). *Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo), Summary of the final report «Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society»*. Paris: OECD Publications.
- OECD (2003b). *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD Publications.
- OECD (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publications.
- OECD (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. Paris: OECD Publications.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 29 de enero de 2015, núm. 25, pp. 6986-7003.

- Osborne, J. (2014). Scientific practices and inquiry in the science classroom. En N. G. Lederman e S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 579–599). New York: Routledge.
- Pedrinaci, E. (2012a). El ejercicio de una ciudadanía responsable exige disponer de cierta competencia científica. En E. Pedrinaci, A. Caamaño, P. Cañal e A. de Pro (Eds.), *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 15-38). Barcelona: Graó.
- Pedrinaci, E. (2012b). La noción de competencia científica proporciona criterios para seleccionar, enseñar y evaluar los conocimientos básicos. En E. Pedrinaci, A. Caamaño, P. Cañal e A. de Pro (Eds.), *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 39-58). Barcelona: Graó.
- Schwartz, D. L. e Martin, T. (2004). Inventing to prepare for future learning: The hidden efficiency of encouraging student production in statistics instruction. *Cognition and Instruction*, 22(2), 129–184.
- Stake, R. E. (2006). *Multiple case study analysis*. New york: The Guildorf Press.
- Unión Europea. Recomendación do Parlamento Europeo e do Consello, de 18 de decembro de 2006, sobre as competencias clave para a aprendizaxe permanente, a cal insta aos Estados membros a desenvolver as competencias clave. *Diario Oficial das Comunidades Europeas*, 30 de decembro de 2006, núm. 394, pp. 10-18.
- Verdú, R., Martínez-Torregosa, J. e Osuna, L. (2002). Enseñar y aprender en una estrutura problematizada. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 34, 47-55.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in Science Teacher Education: what can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87, 112–143.
- Zabala, A. e Arnau, L. (2007). *11 Ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Graó.
- Ziman, J. (1979). *Reliable Knowledge: An Exploration of the Grounds for Belief in Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, 20, 99–149.

Anexos

Anexo I. Resultados acadados en España na avaliación PISA 2015.

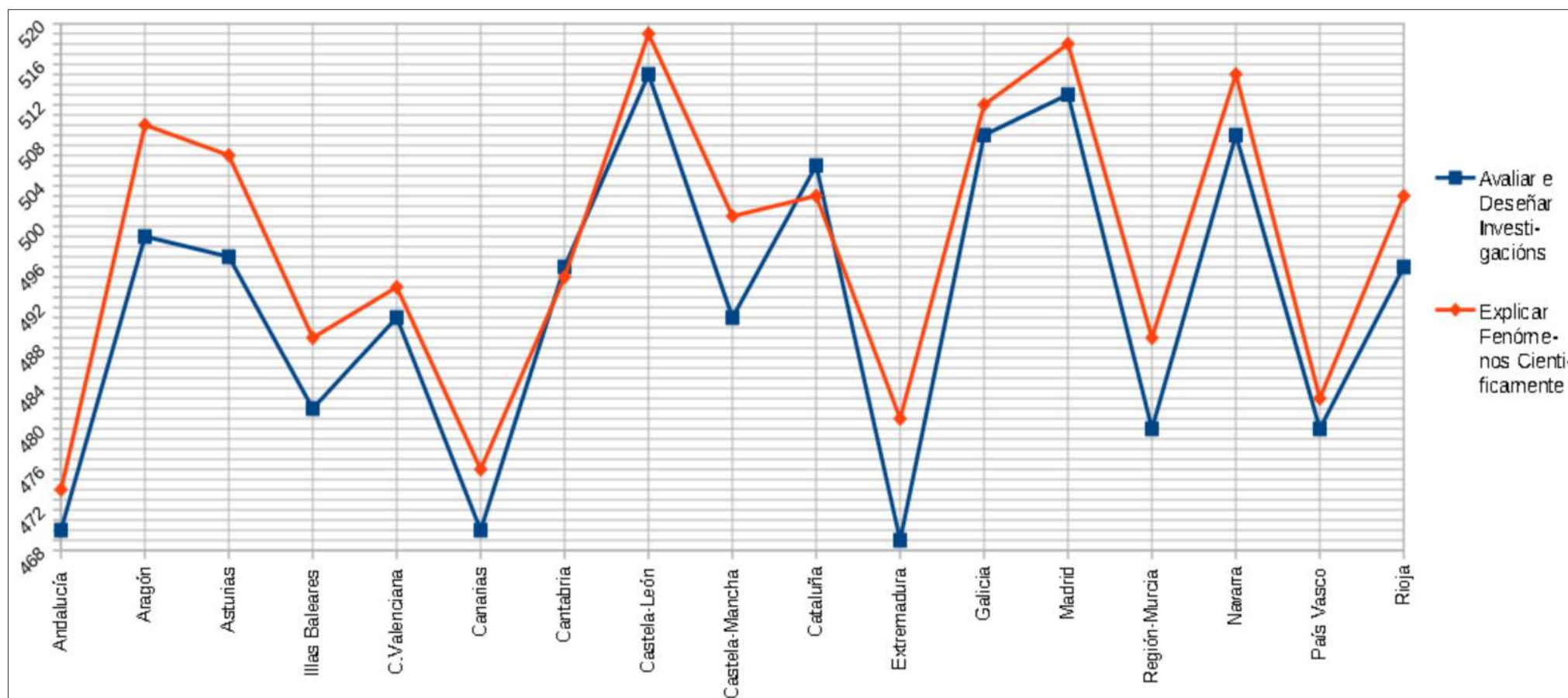


Figura 3. Diferenzas de puntuacións medias nas competencias científicas (INEE, 2016).

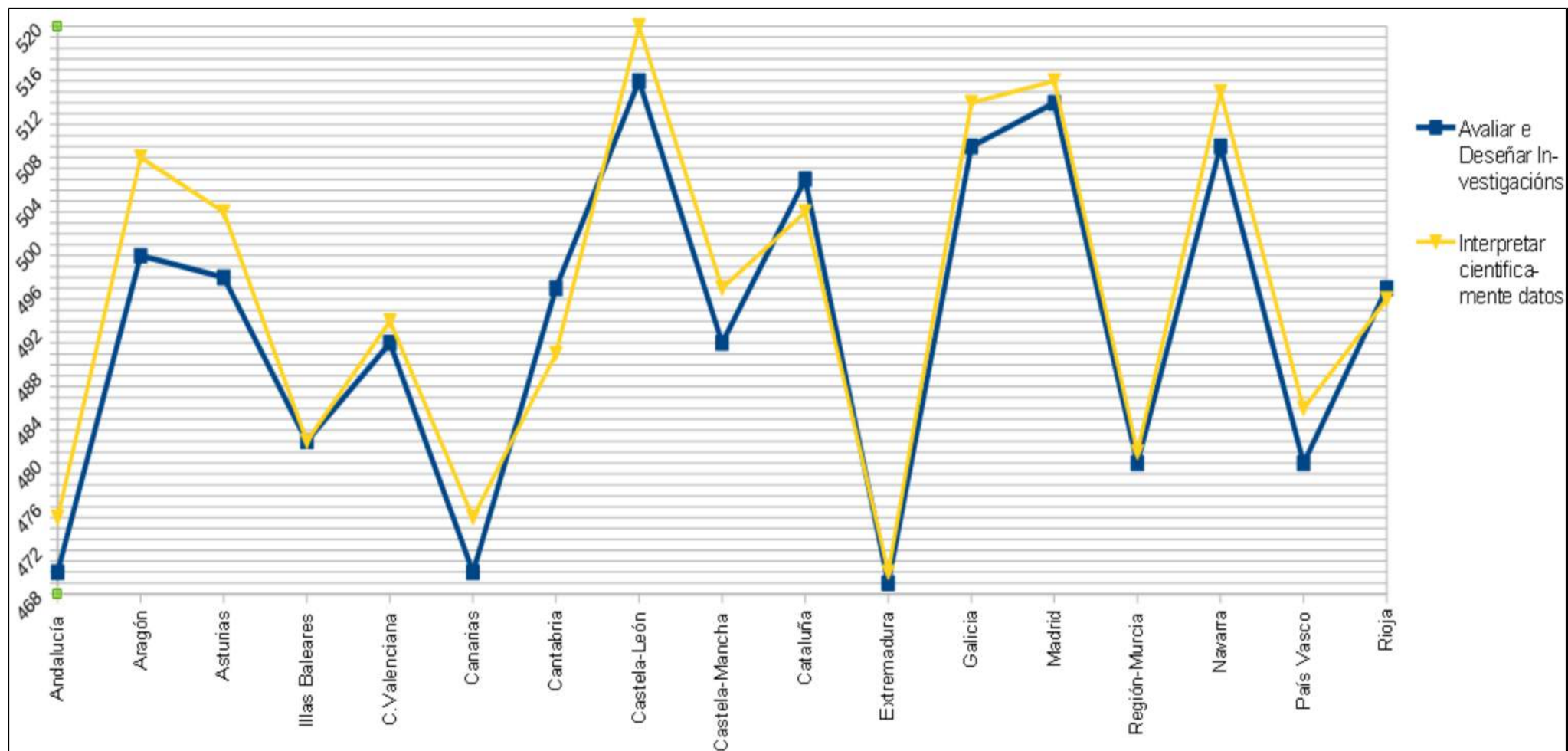


Figura 4. Diferenzas de puntuacións medias nas competencias científicas (INEE, 2016).

Anexo II. Actividades propostas nesta investigación

A) Actividade 1: Deseño Sen Guión

NOME: (Cada alumno tiña o nome dunha cidade posto que a actividade é anónima)

Imaxina que es o xefe de laboratorio dunha industria láctea. Un día un traballador coméntache que o leite ten un aspecto diferente ao habitual xa que solidificou, observándose grumos nel. Ti preguntáslle que fixo e el respóndechे o seguinte:

“O mesmo ca sempre, pero como o leite levaba varios días almacenado no tanque, engadinlle un pouco de auga osixenada para conservalo mellor”. Hai que considerar que este é un proceso empregado a veces na industria láctea para que o leite se conserve en bo estado.

Despois preguntáslle onde colleu a auga osixenada, e cando te leva ó almacén onde a colleu, observas que hai 3 botellas no armario de auga osixenada, pero o traballador non recorda cal usou. Ademais, debido a un mal almacenamento non había en todas elas auga osixenada. O que había era:

- Botella 1: Hidróxido de sodio (NaOH)
- Botella 2: Auga osixenada (H₂O₂)
- Botella 3: Ácido acético (Vinagre)

Debes considerar que:

- O traballador engadiu a cantidade recomendada de produto químico, e que o único fallo que se produciu foi que na botella que empregou non había auga osixenada.
- Engadindo unha cantidade moi pequena de produto químico no leite, xa se ve o problema (os grumos).
- O problema ocorreu 2 horas despois de engadir o produto químico, estando o leite a uns 4°C.

Para saber si se pode aproveitar o leite precísase saber que produto foi engadido. Como investigarías que produto químico se engadiu? Describe os pasos que seguirías para descubrir o que se engadiu ó leite.

B) Actividade 1: Deseño Con Guión

A continuación preséntanse unha serie de preguntas. Respondelas axudaravos a facer unha mellor proposta de investigación.

1. Identificación do problema ocorrido. Que problema se produciu? Que hai que investigar?

2. Elaboración de posibles explicacións sobre o ocorrido (hipóteses). Por que ocorreu o problema?

3. Que pasos se deben seguir para descubrir que produto se engadiu ó leite? Considera que:

- Tes un laboratorio para experimentar con todos os materiais e produtos que necesitas para investigar. Por exemplo: Leite, vinagre, vasos de precipitados, etiquetas, pipetas, neveira, etc.
- Debes realizar varios pasos, é dicir, facer unhas probas primeiro e outras logo, cambiando ou mantendo constantes diferentes aspectos (cantidades de produtos, temperaturas ou tempos).

4. Como se saberá que produto químico causou o problema? Cando remata a investigación?

C) Actividade 2: Avaliación de deseños

Avaliación das investigacións. A continuación preséntanse 2 respostas diferentes ás preguntas do exercicio de investigación do leite. Terás que avaliar que resposta é mellor en cada pregunta. **NOME: (Nome dunha cidade posto que a actividade é anónima)**

PREGUNTA 1. Identificación do problema. Que problema ocorreu? Que hai que investigar?

Resposta A Un traballador debido a un mal almacenamento dos produtos químicos, engadiu un produto ó leite pensando que era auga osixenada. Na botella que usou non había auga osixenada, había outro produto que solidificou o leite aparecendo grumos. Hai que investigar que produto químico causou o problema.

Resposta B O traballador engadiu demasiada cantidade de produto químico ó leite e isto provocou que o leite non se poda volver a usar. Débese investigar que produto químico foi o causante do problema.

Que resposta pensas que é mellor? Por que?

Na outra resposta, que se debería modificar para que estivese ben?

PREGUNTA 2. Posibles explicacións do problema (hipóteses). Por que ocorreu o problema?

Resposta A O problema tivo lugar porque o traballador engadiu, cando non tiña porque facelo, algún destes produtos químicos: hidróxido de sodio, auga osixenada ou ácido acético. O problema tamén puido ocorrer porque o leite ou os produtos químicos estaban en mal estado.

Resposta B O problema ocorreu porque se engadiu un produto químico que non era auga osixenada, a cal non provoca o problema dado que axuda a conservar o leite. Entón, o problema ocorreu porque se engadiu:

Hipótese 1: Hidróxido de sodio

Hipótese 2: Ácido acético

Que resposta pensas que é mellor? Por que?

Na outra resposta, que se debería modificar para que estivese ben?

PREGUNTA 3. Investigación. Que pasos se deberían seguir para descubrir o que ocorreu?

Resposta A Para investigar irei ó laboratorio e nun vaso de precipitados coa axuda dunha pipeta engadirei 100 ml de leite en bo estado. Logo repetindo o proceso engadirei noutro vaso outros 100 ml de leite. Despois coa axuda doutra pipeta engadirei nun dos vasos 10 ml de hidróxido de sodio, e unha vez feito isto con outra pipeta diferente engadirei 10 ml de ácido acético no outro vaso, identificando cada vaso cunha etiqueta para saber o que engadín en cada un. Logo introducireinos na neveira a 4°C e tras 2 horas observarei se nalgún vaso aparece o leite sólido (con grumos).

Resposta B Para investigar irei ó laboratorio e farei uso de: 2 vasos de precipitados, leite do tanque, unha pipeta, hidróxido de sodio, ácido acético e etiquetas. O 1º que farei será identificar os vasos: Vaso 1 e 2. Logo en cada vaso engadirei 200 ml de leite coa axuda dunha pipeta. Posteriormente, con esa mesma pipeta engadirei 200 ml de hidróxido de sodio no vaso 1 e 200 ml de ácido acético no vaso 2. Despois disto, esperarei ata ver en que vaso aparece o leite sólido (con grumos).

Que resposta pensas que é mellor? Por que?

Na outra resposta, que se debería modificar para que estivese ben?

PREGUNTA 4. Como se saberá que produto causou o problema? Cando remata a investigación?

Resposta A Despois de 2 horas obsérvase en que vaso aparecen grumos. Se están no vaso con NaOH, e o de vinagre ten un aspecto normal, o problema será causa do NaOH. Se ocorre

o contrario (grumos no vaso con vinagre), o problema foi debido ó vinagre. Se hai grumos nos 2 vasos, puido ser calquera e débese seguir investigando para saber cal foi. Se non aparecen grumos en ningún vaso hai que analizar outras causas. Todas as probas débense repetir cando menos unha vez para confirmar os resultados. Tras confirmalos remata a investigación.

Resposta B Despois de esperar 2 horas compróbase en que vaso aparecen os grumos. Se aparecen no vaso de leite con vinagre este será o causante do problema. En cambio, se os grumos aparecen no vaso de NaOH este será o responsable. Tras comprobar isto remata a investigación.

Que resposta pensas que é mellor? Por que?

Na outra resposta, que se debería modificar para que estivese ben?

D) Imaxes das diapositivas empregadas na presentación da actividade 2



Figura 5. Captura de pantalla dunha das diapositivas empregadas na actividade 2.

HOXE: Vovos dar dúas respostas a cada pregunta

- Resposta A

- Resposta B.....



TEDES QUE:

- 1) Indicar que resposta é **MELLOR** e **XUSTIFICAR** porque!
- 2) Debedes indicar que modificariades na outra resposta para que estivese perfecta.

Unha resposta está PERFECTA (A ou B)

A outra resposta (B ou A) está PEOR, pero hai aspectos que están BEN.



Figura 6. Captura de pantalla dunha das diapositivas empregadas na actividade 2.

Enunciado do Problema

Imaxina que es o xefe de laboratorio da industria. Un día un traballador coméntache que o leite ten un aspecto diferente xa que solidificou observándose grumos. Ti pregúntaslle que fixo e diche:

“O mesmo ca sempre, pero como o leite levaba varios días almacenado no tanque, engadinlle un pouco de auga osixenada para conservalo mellor”. Hai que considerar que este é un proceso usado a veces na industria para que o leite se conserve en bo estado.

Despois pregúntaslle onde colleu a auga osixenada, e cando te leva ó almacén onde a colleu, observas que hai 3 botellas no armario, pero o traballador non recorda cal usou. Ademais, debido a un mal almacenamento non había en todas elas auga osixenada. Nelas había:

- Botella 1: Hidróxido de sodio (NaOH)
- Botella 2: Auga osixenada (H_2O_2)
- Botella 3: Ácido acético (Vinagre)

Debes considerar que:

- O traballador engadiu a cantidade recomendada de produto químico, e o único fallo que se produciu foi que na botella que usou non había auga osixenada.
- Engadindo unha cantidade moi pequena de produto químico no leite, xa se ve o problema (os grumos).
- O problema ocorreu 2 horas despois de engadir o produto químico, estando o leite a uns 4°C.

Para saber si se pode aproveitar o leite hai que saber que produto se engadiu? **Describe os pasos que seguirías para descubrir o que se engadiu ó leite.**

Figura 7. Captura de pantalla dunha das diapositivas empregadas na actividade 2.

Anexo III. Resultados de cada alumno nas investigacións realizadas

A) Resultados da Actividade 1 - Deseño Sen Guión

Táboa 9. Resultados de cada alumno na primeira parte da actividade 1. Lenda: f=frecuencia (número de alumnos).

Dimensión	CATEGORÍA	CURSO					
		2ºESO	f	3ºESO	f	4ºESO	f
Procedemento	1. Está ordenado, pero non detallado polo que non permite resolver a investigación	A1, A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A12, A15, A 16, A 17, A18, A28.	15	A31, A32, A34, A36, A37, A38, A40, A41, A42, A44.	10	A49, A51, A56, A58, A60.	5
	2. Non está nin ordenado nin detallado polo que non permite resolver a investigación	A4, A11, A13, A14, A19, A20, A21, A22, A 23, A24, A25, A26, A27.	13	A29, A30, A33, A35, A39, A43, A45.	7	A46, A47, A48, A50, A52, A53, A54, A55, A57, A59, A61.	11
	3. Non garda relación co problema a investigar ou non propón ningunha acción	A1, A2, A3, A4, A10, A11, A12, A13, A16, A17, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A26, A27, A28.	19	A29, A30, A39, A42, A43, A45.	6	A46, A47, A48, A50, A59, A60.	6
Materiais e Compostos	1. Inclúe todas as sustancias necesarias, incluíndo parte do instrumental necesario.	A2, A5, A6, A7, A8, A9, A13, A18, A25.	9	A31, A32, A34, A35, A38.	5	A49, A50, A53, A54, A61.	5
	2. Inclúe todas as sustancias necesarias, non incluíndo ningún do instrumental necesario.	A11, A14, A15, A17, A20, A21, A24.	7	A33, A36, A37, A40, A41, A44.	6	A46, A51, A52, A55, A56, A57, A58, A60.	8
	3. Non inclúe todas as sustancias necesarias, e non inclúe ou inclúe parte do instrumental necesario.	A1, A3, A4, A10, A12, A16, A19, A22, A23, A26, A27, A28.	12	A29, A30, A39, A42, A43, A45.	6	A47, A48, A59.	3
Criterio de Identificación	Ten en conta o criterio (grupos-sólido) explicitamente no deseño	A6, A7, A8, A9, A13, A14, A15, A18, A20, A21, A24, A28.	12	A32, A33, A34, A36, A37, A42, A44.	7	A46, A50, A51, A53, A56, A61.	6
	Ten en conta o criterio (grupos-sólido) implícitamente no deseño	A2, A5, A25.	3	A31, A35, A38, A40, A41.	5	A49, A52, A54, A55, A57, A58, A59, A60.	8
	Non usa criterio de identificación	A1, A3, A4, A10, A 11, A12, A16, A17, A19, A22, A23, A26, A27.	13	A29, A30, A39, A43, A45.	5	A47, A48.	2

Táboa 9. Resultados de cada alumno na primeira parte da actividade 1. Lenda: f=frecuencia (número de alumnos) (continuación).

Dimensión	CATEGORÍA	CURSO					
		2ºESO	f	3ºESO	f	4ºESO	f
Control variables	Ten en conta as 3 variables		0	A34.	1	A49, A56, A61.	3
	Ten en conta algunha das 3 variables	A2, A5, A6, A7, A8, A9, A15, A11, A14, A18, A25.	11	A31, A32, A33, A36, A38, A40, A41, A44.	8	A50, A51, A53, A57, A58, A60.	6
	Non ten en conta ningunha variable	A1, A3, A4, A10, A12, A13, A16, A17, A19, A20, A 21, A22, A23, A24, A26, A27, A28.	17	A29, A30, A35, A37, A39, A42, A43, A45.	8	A46, A47, A48, A52, A54, A55, A59.	7
Repeticións	Considera un número determinado de repeticións		0		0		0
	Considera repeticións pero non indica cantas	A2.	1		0	A49, A59, A60.	3
	Non considera repeticións das probas	A1, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28.	27	A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A41, A42, A43, A44, A45.	17	A46, A47, A48, A50, A51, A52, A53, A54, A55, A56, A57, A58, A61.	13

B) Resultados da Actividade 1 - Deseño Con Guión

Táboa 10. Resultados de cada alumno na segunda parte da actividade 1. Lenda: f=frecuencia (número de alumnos).

Dimensión	CATEGORÍA	CURSO					
		2ºESO	f	3ºESO	f	4ºESO	f
Identificación	Identifica o problema e sabe que hai que investigar.	A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A11, A12, A14, A18, A21, A22, A26.	15	A29, A30, A35, A37, A39, A40, A41, A42, A43, A44, A45.	11	A46, A50, A51, A52, A56, A57, A58, A59, A60, A61.	10
	Identificación pouco precisa	A3, A10, A13, A15, A16, A17, A19, A23, A24, A25, A27, A28.	12	A31, A33, A34, A36, A38.	5	A47, A48, A49, A53, A54.	5
	Non identifica o problema nin o que investigar	A20.	1	A32.	1	A55.	1

Táboa 10. Resultados de cada alumno na segunda parte da actividade 1. Lenda: f=frecuencia (número de alumnos) (continuación 1).

Dimensión	CATEGORÍA	CURSO					
		2ºESO	f	3ºESO	f	4ºESO	f
Hipóteses	Propón hipóteses que facilitan a investigación	A11.	1	A31.	1	A46, A50, A52.	3
	Propón algunhas ideas que facilitan a investigación	A4, A7, A8, A9, A18, A19, A23.	7	A29, A34, A37, A40, A41, A43, A44.	7	A47, A49, A51, A56, A60.	5
	Non propón hipóteses que facilitan a investigación	A1, A2, A3, A5, A6, A10, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A20, A21, A22, A24, A25, A26, A27, A28.	20	A30, A32, A33, A35, A36, A38, A39, A42, A45.	9	A48, A53, A54, A55, A57, A58, A59, A61.	8
Procedemento	1. Está ordenado, pero non detallado polo que non permite resolver a investigación	A1, A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A15, A16, A18, A19, A28.	16	A31, A32, A34, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A41, A42, A43, A44.	13	A46, A47, A49, A50, A51, A54, A56, A58, A60.	9
	2. Non está nin ordenado nin detallado polo que non permite resolver a investigación	A4, A13, A14, A17, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27.	12	A29, A30, A33, A45.	4	A48, A52, A53, A55, A57, A59, A61.	7
	3. Non garda relación co problema a investigar ou non propón ningunha acción	A1, A2, A4, A10, A12, A13, A17, A19, A20, A22, A27, A28.	12	A29, A30, A33.	3	A48, A59, A60.	3
Materiais e Compostos	1. Inclúe todas as sustancias necesarias, incluíndo parte do instrumental necesario.	A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A13, A14, A16, A17, A18, A19, A24, A25, A26, A27.	18	A31, A32, A34, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A41, A43, A44.	12	A46, A47, A49, A50, A51, A53, A54, A55, A56, A58, A59, A60, A61.	13
	2. Inclúe todas as sustancias necesarias, non incluíndo ningún do instrumental necesario.	A11, A12, A15, A20, A21.	5	A33, A42, A45.	3	A52, A57.	2
	3. Non inclúe todas as sustancias necesarias, e non inclúe ou inclúe parte do instrumental necesario.	A1, A4, A22, A23, A28.	5	A29, A30.	2	A48.	1

Táboa 10. Resultados de cada alumno na segunda parte da actividade 1. Lenda: f=frecuencia (número de alumnos) (continuación 2).

Dimensión	CATEGORÍA	CURSO					
		2ºESO	f	3ºESO	f	4ºESO	f
Criterio Identificación	Ten en conta o criterio (grumos-sólido) explicitamente no deseño	A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A18, A19, A21, A22, A23, A24, A25, A25, A28.	23	A29, A32, A33, A34, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A41, A42, A43, A44, A45.	15	A46, A47, A50, A51, A52, A53, A54, A56, A57, A58, A59, A60, A61.	13
	Ten en conta o criterio (grumos-sólido) implicitamente no deseño	A3, A10, A27.	3	A31.	1	A48, A49, A55.	3
	Non usa criterio de identificación	A17, A20.	2	A30.	1		0
Control variables	Ten en conta as 3 variables	A16, A18.	2	A34, A35, A36, A37, A40, A41, A44.	7	A46, A47, A51, A54, A58, A59, A60, A61.	8
	Ten en conta algunha das 3 variables	A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A14, A15, A24, A25.	12	A31, A32, A33, A38, A39, A42, A43, A45.	8	A49, A50, A52, A53, A55, A56, A57.	7
	Non ten en conta ningunha variable	A1, A4, A11, A12, A13, A17, A19, A20, A21, A22, A23, A26, A27, A28.	14	A29, A30.	2	A48.	1
Repeticións	Considera un número determinado de repeticións		0		0		0
	Considera repeticións pero non indica cantas	A2, A16, A19	3	A31, A33, A39.	3	A47, A59, A60.	3
	Non considera repeticións das probas	A1, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A17, A18, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28.	25	A29, A30, A32, A34, A35, A36, A37, A38, A40, A41, A42, A43, A44, A45.	14	A46, A48, A49, A50, A51, A52, A53, A54, A55, A56, A57, A58, A61.	13
Guión	Axúdalle a mellorar moito o deseño	A3, A10, A11, A16, A18, A19, A26.	7	A34, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A41, A42, A43, A44, A45.	12	A46, A47, A52, A53, A54, A55, A57, A58, A59, A60, A61.	11
	Axúdalle a mellorar un pouco	A1, A4, A6, A7, A9, A12, A14, A23, A24, A27.	10	A29, A31.	2	A50, A51, A56.	3
	Non lle axuda case nada ou lía máis	A2, A5, A8, A13, A15, A17, A20, A21, A22, A25, A28.	11	A30, A32, A33.	3	A48, A49.	2

C) Resultados da Actividade 2 - Avaliación de deseños

Táboa 11. Resultados de cada alumno na actividade de avaliación. Lenda: f=frecuencia (número de alumnos), Dim=Dimensión.

Dim.	CATEGORÍA	ALUMNADO					
		2ºESO	f	3ºESO	f	4ºESO	f
Pregunta 1	Selecciona a resposta correcta	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28.	28	A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A41, A42, A43, A44, A45.	17	A46, A47, A48, A49, A50, A51, A52, A53, A54, A55, A56, A57, A58, A59, A60, A61.	16
	Non selecciona a resposta correcta		0		0		0
	Xustifica empregando os datos facilitados	A1, A2, A3, A5, A7, A10, A11, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A21, A22, A23, A24, A26, A28.	20	A29, A31, A33, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A41, A42, A43, A44, A45.	14	A46, A47, A48, A49, A50, A51, A52, A53, A54, A55, A56, A57, A58, A60, A61.	15
	Xustifica en base a outras consideracións	A4, A6, A8, A12, A20, A25, A27.	7	A30, A32, A34.	3	A59.	1
	Non xustifica	A9.	1		0		0
	Modifica a opción incorrecta coa información adecuada	A7, A13, A14, A21.	4	A42.	1	A60.	1
	Modifica a opción incorrecta de forma parcial	A1, A2, A3, A4, A5, A9, A10, A11, A12, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A22, A28.	17	A29, A31, A32, A33, A35, A36, A37, A38, A41, A43, A44, A45.	12	A46, A47, A49, A50, A51, A53, A54, A55, A56, A58, A61.	11
	Non modifica ou modifica inadecuadamente	A6, A8, A23, A24, A25, A26, A27.	7	A30, A34, A39, A40.	4	A48, A52, A57, A59.	4
Pregunta 2	Selecciona a resposta correcta	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A26, A27, A28.	27	A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A41, A42, A43, A44, A45.	17	A46, A47, A48, A49, A50, A51, A52, A53, A54, A55, A56, A57, A58, A59, A60, A61.	16
	Non selecciona a resposta correcta	A25	1		0		0

Táboa 11. Resultados de cada alumno na actividade de avaliación. Lenda: f=frecuencia (número de alumnos), Dim=Dimensión (continuación 1).

Dim.	CATEGORÍA	ALUMNADO					
		2ºESO	f	3ºESO	f	4ºESO	f
Pregunta 2	Xustifica empregando os datos facilitados	A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A10, A13, A14, A15, A17, A18, A19, A21, A22, A23, A24, A26, A27, A28.	21	A29, A30, A31, A32, A33, A34, A36, A37, A38, A39, A41, A42, A43, A44.	14	A46, A47, A49, A50, A51, A52, A53, A54, A55, A56, A58, A59, A60, A61.	14
	Xustifica en base a outras consideracións	A1, A12, A16, A20.	4	A35, A40, A45.	3	A57.	1
	Non xustifica	A9, A11, A25.	3		0	A48.	1
	Modifica a opción incorrecta coa información adecuada	A2, A7, A10, A13, A16.	5		0	A50, A54, A61.	3
	Modifica a opción incorrecta de forma parcial	A1, A3, A4, A5, A8, A9, A12, A14, A15, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A28.	18	A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, A36, A37, A38, A41, A42, A43, A44.	14	A46, A47, A49, A53, A55, A56, A58, A59, A60.	9
	Non modifica ou modifica inadecuadamente	A6, A11, A25, A26, A27.	5	A39, A40, A45.	3	A48, A51, A52, A57.	4
Pregunta 3	Selecciona a resposta correcta	A1, A2, A3, A4, A6, A8, A9, A10, A12, A13, A14, A15, A18, A19, A20, A22, A24, A26, A27, A28.	20	A29, A31, A32, A33, A34, A35, A36, A37, A38, A40, A41, A42, A44, A45.	14	A46, A47, A48, A49, A50, A51, A52, A53, A54, A55, A56, A57, A58, A59, A60, A61.	16
	Non selecciona a resposta correcta	A5, A7, A11, A16, A17, A21, A23, A25.	8	A30, A39, A43.	3		0
	Xustifica empregando os datos facilitados	A1, A2, A6, A10, A13, A14, A17, A19, A21, A22, A23, A24, A26, A28.	14	A29, A31, A32, A33, A34, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A41, A42, A43, A44.	15	A46, A47, A49, A50, A51, A52, A53, A54, A55, A56, A57, A58, A59, A60, A61.	15
	Xustifica en base a outras consideracións	A3, A5, A8, A9, A11, A12, A15, A16, A18, A20, A27.	11	A30, A45.	2	A48.	1
	Non xustifica	A4, A7, A25.	3		0		0
	Modifica a opción incorrecta coa información adecuada		0		0	A55.	1
	Modifica a opción incorrecta de forma parcial	A2, A6, A8, A10, A12, A13, A14, A18, A19, A20, A22, A24, A26, A28.	14	A29, A31, A32, A34, A35, A36, A37, A38, A40, A41, A42, A44.	12	A46, A47, A49, A50, A51, A52, A53, A54, A56, A57, A58, A59, A60, A61.	14
	Non modifica ou modifica inadecuadamente	A1, A3, A4, A5, A7, A9, A11, A15, A16, A17, A21, A23, A25, A27.	14	A30, A33, A39, A43, A45.	5	A48.	1

Táboa 11. Resultados de cada alumno na actividade de avaliación. Lenda: f=frecuencia (número de alumnos), Dim=Dimensión (continuación 2).

Dim.	CATEGORÍA	ALUMNADO					
		2ºESO	f	3ºESO	f	4ºESO	f
Pregunta 4	Selecciona a resposta correcta	A3, A4, A6, A9, A10, A11, A12, A13, A16, A19, A21, A22, A24, A26.	14	A29, A31, A32, A34, A35, A36, A37, A38, A41, A42, A43, A44, A45.	13	A46, A47, A48, A49, A50, A51, A52, A53, A54, A55, A56, A57, A58, A61.	14
	Non selecciona a resposta correcta	A1, A2, A5, A7, A8, A14, A15, A17, A18, A20, A23, A25, A27, A28.	14	A30, A33, A39, A40.	4	A59, A60.	2
	Xustifica empregando os datos facilitados	A1, A2, A3, A6, A13, A14, A17, A19, A21, A24, A28.	11	A29, A31, A32, A33, A34, A35, A36, A37, A38, A41, A42, A43, A44.	13	A46, A47, A49, A50, A51, A52, A53, A54, A55, A57, A58, A59, A60, A61.	14
	Xustifica en base a outras consideracións	A8, A9, A10, A11, A12, A15, A16, A18, A22, A26.	10	A30, A39, A40, A45.	4	A56.	1
	Non xustifica	A4, A5, A7, A20, A23, A25, A27.	7		0	A48.	1
	Modifica a opción incorrecta coa información adecuada	A13, A16.	2	A42.	1		0
	Modifica a opción incorrecta de forma parcial	A6, A10, A12, A19, A24.	5	A29, A31, A32, A34, A35, A36, A37, A38, A43, A44.	10	A46, A47, A49, A50, A51, A52, A53, A54, A55, A57, A58, A61.	12
	Non modifica ou modifica inadecuadamente	A1, A2, A3, A4, A5, A7, A8, A9, A11, A14, A15, A17, A18, A20, A21, A22, A23, A25, A26, A27, A28.	21	A30, A33, A39, A40, A41, A45.	6	A48, A56, A59, A60.	